

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR

**"Casa Habitación Unifamiliar
Lote 026-2"**



Promovente:

"BEJOMI S.A. DE C.V."

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.....	2
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	2
I.1.1. Nombre del proyecto.	2
I.1.2. Ubicación del proyecto.	2
I.1.3. Duración del proyecto.	4
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....	4
I.2.1. Nombre o razón social.....	4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.....	4
I.2.3. Datos del Representante Legal.....	4
I.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.....	5
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.....	5
I.3.1. Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental.....	5
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP:.....	5
I.3.3. Dirección del Responsable técnico del documento.....	5
I.3.4. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.....	5
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	8
II.1.1. Naturaleza del proyecto.....	9
II.1.2. Objetivo de Proyecto.....	10
II.1.3. Ubicación física.....	10
II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	12
II.1.5. Inversión requerida.....	14
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	15
II.2.1. Dimensiones del proyecto.....	15
II.2.2. Representación gráfica regional.....	23
II.2.3. Representación gráfica local.....	23
II.2.4. Preparación del sitio y construcción.....	28
II.2.5. Materiales, sustancias, equipo y personal necesario para la realización del proyecto.....	31
II.2.6. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	32
II.2.7. Descripción de obras asociadas al proyecto.....	34
II.2.8. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.....	35
II.2.9. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.....	43
II.2.10. Operación y mantenimiento.....	53
II.2.11. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	53
II.2.12. Programa de trabajo.....	53
II.2.13. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera.....	56
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....	60
III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES.....	60
III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).....	60
III.1.2. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.....	64
III.1.3. Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.....	65
III.2.1. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	65
III.2.2. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	66
III.3.1. Ley General de Vida Silvestre.....	67
III.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN.....	68
III. 3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	91

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

III.3.1. Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an: Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an.	91
III.3.2. Reglas Administrativas del Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.	96
III.4. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL SÁBADO 24 DE NOVIEMBRE DE 2012.	111
III.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS	127
III.5.1. NOM-001-SEMARNAT-1996.....	127
III.5.2. NOM-003-SEMARNAT-1997.....	128
III.5.3. NOM-059-SEMARNAT-2010.....	129
III.5.4. Normas relacionadas con emisiones y residuos.	131
III.5.5. Vinculación del proyecto con artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003.....	132
III.5.6. Análisis del artículo 60 TER y la NOM-022-SEMARNAT-2003	137
III.5. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL DECRETO DE ANP DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIAN KA'AN.	161
III.6. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CONABIO.	163
III.6.1. Región Terrestre Prioritaria Sian Ka'an- Uaymil-Xcalak (www.conabio.gob.mx).	164
III.6.2. Región hidrológica prioritaria 108 Sian Ka'an.	165
III.6.3. Región Marina Prioritaria 65, Sian Ka'an.	166
III.6.4. AICA SE-34	167
III.6.5. Sitios RAMSAR Sian Ka'an.	169
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	173
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.	173
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).	174
IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA	176
IV.2.2.1. Medio abiótico	179
IV.2.2.2 Medio biótico.....	185
a) Vegetación.....	185
Vegetación de Palmar:	191
Vegetación de Duna Costera.....	197
Vegetación de Palmar:	203
Vegetación de Duna Costera.....	209
b) Fauna.....	214
Descripción de la fauna del Sistema Ambiental	217
IV.2.2.3. Medio socioeconómico	224
Economía	226
IV.2.2.4. Paisaje.....	227
Importancia de los servicios ambientales.....	228
IV.3 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.	229
IV.3.1. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel del predio.	229
IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.	244
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	249
V.1. IDENTIFICACION DE IMPACTOS.	249
V.1.2. Matriz de importancia y criterios de evaluación	249
V.1.2. Actividades e indicadores en la evaluación de impactos.	251
V.2. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	255
V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS	257
V.4. VALORACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES.....	268

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.	276
VI.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	276
<i>VI.1.1 No se compromete la biodiversidad.</i>	276
<i>VI.1.2. No se compromete la fauna.</i>	281
<i>VI.1.3. No se provoca la erosión del suelo</i>	283
<i>VI.1.4. No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación</i>	297
VI.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	302
<i>VI.2.1. El uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo.</i>	302
VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	305
VII.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	305
VII.2 IMPACTOS RESIDUALES.....	307
VII.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.....	308
<i>VII.3.1 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.</i>	309
VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	318
VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.	318
VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.....	322
VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PREVENCIÓN Y COMPENSACIÓN.....	323
VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL	325
VIII.5 PROGRAMA INTEGRAL DE MANEJO AMBIENTAL.....	326
VIII.2. SEGUIMIENTO Y CONTROL	334
IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.	337

CAPITULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto.

“Casa habitación unifamiliar Lote 026 -2”

En adelante se nombrará como *El Proyecto*, o *Casa lote 026 - 2*.

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El “Predio lote 026-2”, donde se pretende el desarrollo del proyecto se ubica en el camino costero Tulum- Punta Allen, Manzana 60, de la Región 21, del predio denominado “Punta San Juan”, en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an, Municipio de Tulum (antes Municipio de Solidaridad), Estado de Quintan Roo, tal y como consta en la Escritura Pública No. 128,745 (ciento veintiocho mil setecientos cuarenta y cinco), Libro 2,400 (dos mil cuatrocientos), con fecha 12 de noviembre de 2015, ante la fe del Lic. José Ángel Villalobos Magaña, titular de la notaría número nueve del Distrito Federal (anexo 1).

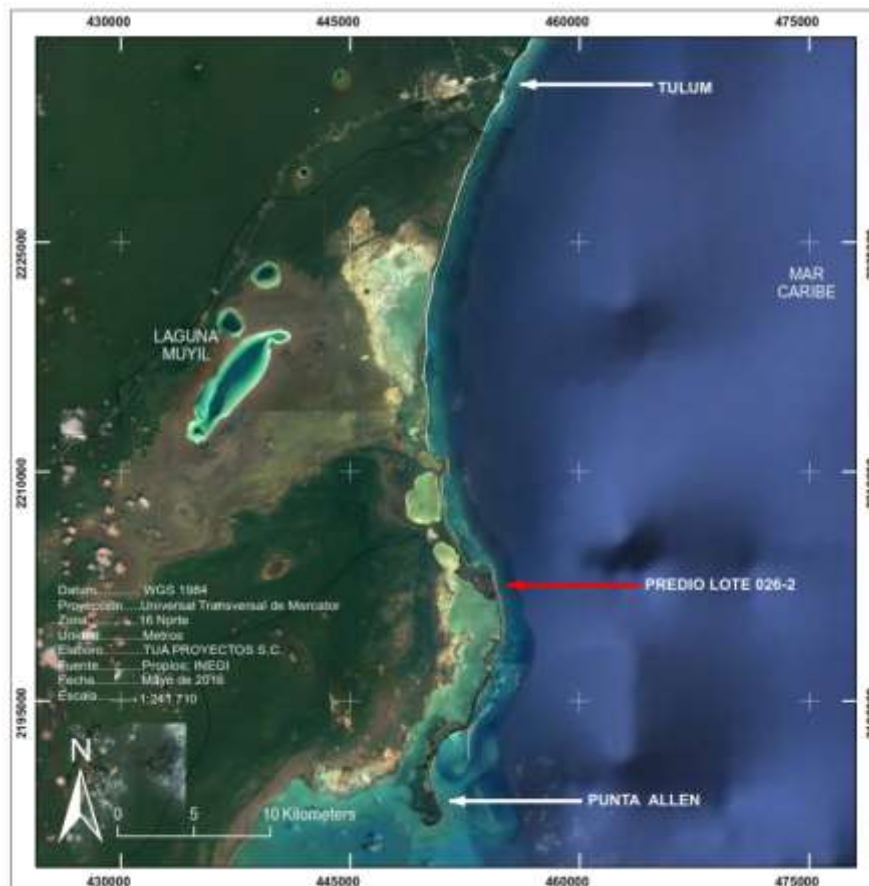


Figura 1. Macro-localización del predio, en la zona costera entre Tulum y Punta Allen.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

El predio (lote 026-2) donde se pretende ubicar el proyecto tiene una superficie de 7,578.92m² (0.758 ha) de acuerdo a escrituras y está delimitado por las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Medidas, colindancias y coordenadas del predio.

VÉRTICES	COLINDANCIA	DISTANCIA	COORDENADAS	
			X	Y
1-2	Al norte con Lote 026-2	78.95	454,450.7110	2,202,560.8433
2-3	Al oeste con ZOFEMAT Laguna Boca Paila	100.00	454,373.7079	2,202,543.4220
3-4	Al sur con Lote 026-3	72.89	454,394.0235	2,202,445.5073
4-1	Al este con ZOFEMAT del Mar Caribe	100.00	454,465.0521	2,202,461.8770

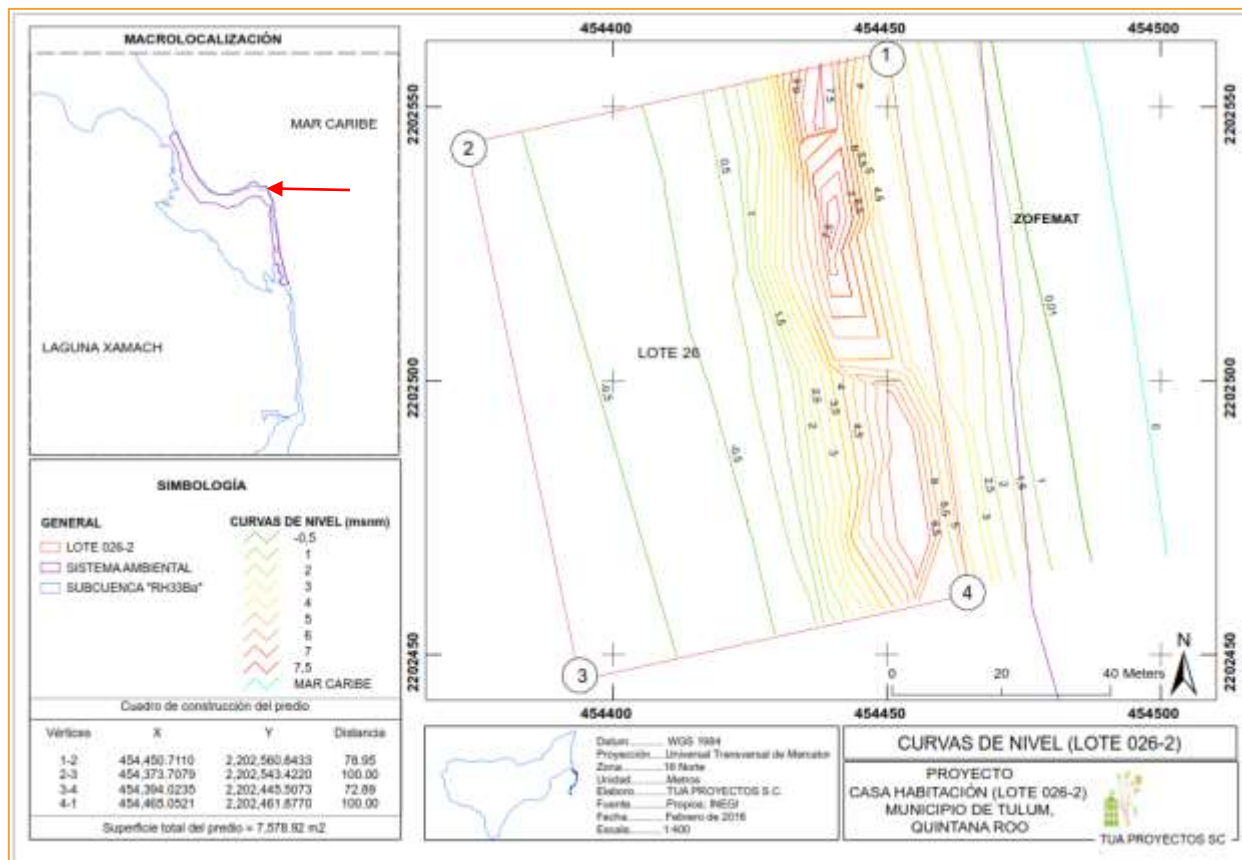


Figura 2. Polígono del predio y curvas de nivel del lote 026-2 (VER EN ANEXO MAPAS).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

1.1.3. Duración del proyecto.

Se solicitan 24 meses para el Cambio de Uso de Suelo (preparación) y construcción, previendo cualquier atraso por causa ajenas como pueden ser los fenómenos meteorológicos, aunque la planeación se tiene a 12 meses y 100 años para su operación, de acuerdo a las siguientes etapas:

Etapas 1. Preparación y Cambio de uso de suelo que tendrá un tiempo estimado de 8 semanas.

Etapas 2. Construcción, esta etapa se calcula una duración de **10 meses**.

Etapas 3. Operación del proyecto tendrá una duración aproximada de **100 años**, misma que podría ampliarse al dar el mantenimiento adecuado a las instalaciones.

Antes de la etapa de preparación, una vez que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo forestal, se tramitarán las licencias municipales y se firmará el *contrato transaccional notariado en el que autoriza a la SEMARNAT o al Municipio correspondiente a demoler a costo del propietario, las construcciones que sobrepasen la densidad de construcción establecida.* (En cumplimiento de los criterios señalados para el predio).

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

I.2.1. Nombre o razón social.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

I.2.3. Datos del Representante Legal.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

I.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

I.3.1. Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental.

TUA PROYECTOS S.C.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP:

I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento

I.3.4. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.

a. Nombre:

b. Domicilio:

c. Número de inscripción en Registro Forestal Nacional:

d. Copia de identificación oficial (Credencial de Elector, Pasaporte, Cartilla del SMN, Cedula profesional.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

CAPITULO II.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El *proyecto Casa Lote 026-2*, consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar, en el lote 026-2, Manzana 60, de la Región 21, del predio denominado "Punta San Juan", en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Municipio de Tulum.

La casa habitación contará con 192.99 m² de superficie construida, misma que se distribuye de la siguiente manera: 3 recámaras cada una con un baño completo. La recámara principal tendrá una superficie total de 44.91 m², incluyendo el baño completo; la recámara dos con una superficie de 30.35 m² (incluyendo el baño completo); la recámara tres con 30.13 m² (incluyendo el baño completo). Una estancia-comedor-cocina con una superficie de 65.87 m² y un área de servicios (cuarto de máquinas y área de lavado) con una superficie total de 17.41 m². La casa contará con una alberca de 44.83 m² que se ubicará en la azotea y que no se contabiliza como superficie de construcción por no estar techada.

Adicionalmente la casa contará con las siguientes obras asociadas o de apoyo que no estarán techadas: deck de acceso a la casa con una superficie de 38.13 m², cubo de escaleras con una superficie de 13.26 m² (3.63 m² queda debajo del deck de acceso), 7 terrazas de madera con una superficie total de 41.76 m² y andador piloteado de acceso a la playa de 48.37 m², un humedal artificial de 10 m², micro-planta de tratamiento de aguas servidas, registro y tubería con una superficie de 6.17 m², área para acopio temporal de residuos de 3 m², dos tinacos para agua potable tipo rotoplas de 5,000 litros con una superficie de 3.80 m² cada uno, 1 base de 1 m² para el generador de energía eólica y una base para el generador atmosférico de agua de 2.86 m², finalmente un portón de acceso de 4 metros de ancho soportado por 2 pilotes de concreto, pasando el portón de acceso se ubicará el camino de arena (suelo natural) que tendrá un ancho máximo de 4 metros, con una superficie de 65.17 m², además de un área de maniobras de 177.61 m² que será destinada como área de ajardinado.

En total, el proyecto pretende aprovechar una superficie total de 447.86 m² en el que se incluye la superficie habitacional y de sus obras de apoyo o asociadas de acuerdo a los siguientes conceptos.

Tabla 2. Superficie de desplante habitacional y de obras asociadas.

Concepto	Superficie (m²)
Superficie de desplante del área habitacional.	175.57
Superficie de desplante de obras no techadas, de apoyo, asociadas a la casa habitación.	154.40
Áreas verdes ajardinadas con plantas nativas.	117.89
Total =	447.86

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

En la siguiente figura se muestra la distribución de los 447.86 m² que ocupará el proyecto:



Figura 4. Detalle de la superficie ocupada por la casa habitación y las áreas adicionales no techadas (ver plano 2 en anexo planos).

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

El presente proyecto se refiere a la construcción de una casa unifamiliar que de acuerdo a la definición de las reglas administrativas del programa de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an es una **Casa habitación** definida como una "infraestructura sin fines comerciales, destinada a albergar a una familia de manera permanente o temporal con máximo de una cocina y un número variable de habitaciones y baños de conformidad con el tamaño del predio", misma que se realizará para el disfrute de los propietarios principalmente durante periodos vacacionales.

El predio del proyecto se eligió por su belleza escénica, así como por la tranquilidad de la zona, al pertenecer a una Reserva de la Biosfera.

El área costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an ha sido utilizada para actividades coperas y de pesca de subsistencia y comercial, actualmente han ido tomando gran relevancia las actividades como; la pesca comercial, turismo ecológico y de aventura, así

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

como la construcción de residencias para el disfrute de familias durante los períodos vacacionales.

La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, a través del ordenamiento ecológico y del plan de manejo del ANP, genera alternativas de beneficio económico a la población como es la construcción de casas unifamiliares con una serie de criterios, muy restrictivos, de tal forma que se asegura que a pesar del desarrollo del uso habitacional, la funcionalidad ambiental y los servicios ambientales, y la biodiversidad, no se vean disminuidos, que son el objetivo del ANP.

Para dar cumplimiento con las leyes federales, estatales y municipales, la empresa promotora somete a evaluación ante esta H. secretaría, el presente Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B-Particular (DTU-B), con el fin de obtener la autorización en materia de Impacto ambiental para la preparación, construcción y operación del proyecto, así como la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

II.1.2. Objetivo de Proyecto.

- Construir y operar una casa habitación.

Como se mencionó anteriormente, el presente proyecto consiste en la construcción de una casa habitación, misma que servirá como alojamiento temporal, principalmente durante periodos vacacionales, donde los propietarios podrán disfrutar de la belleza inigualable de la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, así como de la ZOFEMAT y mar caribe que colindan con el predio. Cabe hacer hincapié en que el proyecto se apega totalmente a los lineamientos constructivos y de aprovechamiento señalados en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, publicado en el Periódico Oficial de la Federación el 14 de mayo de 2002, así como con el Programa de Manejo de La Reserva de La Biosfera Sian Ka'an, publicado el 23 de enero de 2015.

II.1.3. Ubicación física.

El sitio donde se pretende ubicar al proyecto se localiza en el camino costero Tulum-Punta Allen, en el lote 026-2, Manzana 60, Región 21, del predio denominado "Punta San Juan" de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Municipio de Tulum (Antes municipio de Solidaridad), Estado de Quintana Roo.

El predio se ubica en la Región Hidrológica *Yucatán Este*, Número 33, en la cuenca *Cerradas -B* con *clave RH33B*, Subcuenca Hidrológica *Bacanche RH 33Ba* de acuerdo al INEGI.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

El predio (lote 026-2) cuenta con una superficie (de acuerdo a escrituras) de 7,578.92m² (0.757 ha) y está delimitado por las siguientes coordenadas (Proyección UTM, datum WGS-84, zona 16 N):

Tabla 3. Medidas, colindancias y coordenadas del predio.

VÉRTICES	COLINDANCIA	DISTANCIA	VÉRTICE	COORDENADAS	
				X	Y
1-2	Al norte con Lote 026-2	78.95	1	454,450.7110	2,202,560.8433
2-3	Al oeste con ZOFEMAT Laguna Xamach	100.00	2	454,373.7079	2,202,543.4220
3-4	Al sur con Lote 026-3	72.89	3	454,394.0235	2,202,445.5073
4-1	Al este con ZOFEMAT del Mar Caribe	100.00	4	454,465.0521	2,202,461.8770

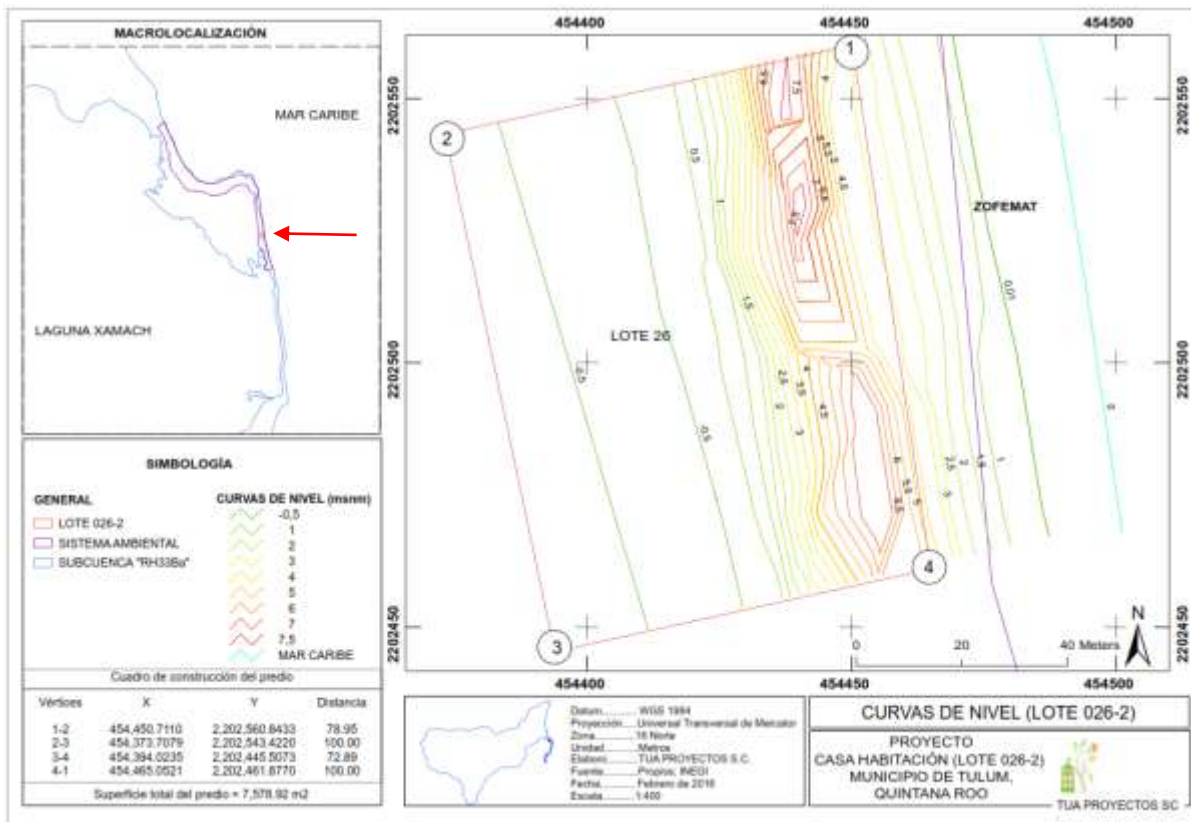


Figura 5. Mapa del predio indicando sus vértices.

El predio se ubica en la Región Hidrológica Yucatán Este, Número 33, en la cuenca *cerrada – B* con clave *RH33B*, Subcuenca Hidrológica *Bacanche RH 33Ba* de acuerdo al INEGI.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

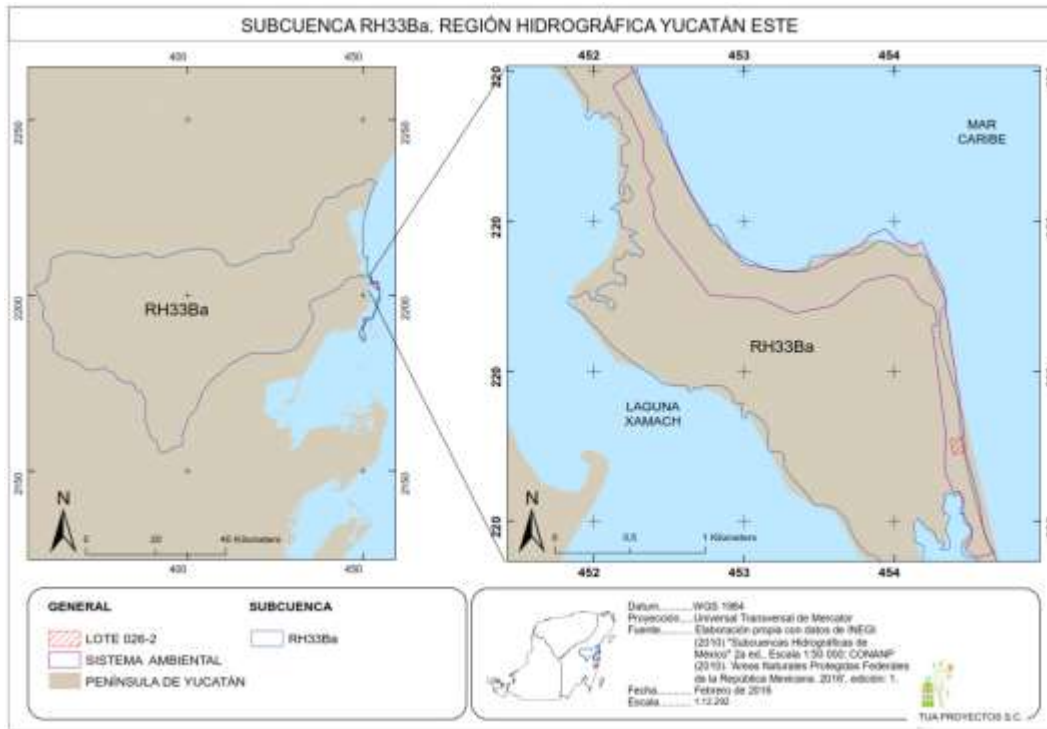


Figura 6. Ubicación del predio en la Subcuenca Hidrológica RH 33Ba.

II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

Como se ha mencionado anteriormente, el predio del proyecto se ubica dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, el único acceso terrestre es mediante el camino de terracería Tulum - Punta Allen. Esta zona no cuenta con servicios públicos de drenaje, alcantarillado, energía eléctrica, o agua potable, por lo que será necesario la instalación de las siguientes obras de apoyo:

Tabla 4. Obras para suministro de servicios en la etapa de operación.

Descripción	Capacidad	Superficie en m ² que ocupa en el predio	% respecto al predio
Microplanta de tratamiento tuberías y registro	200 litros x día por habitante (capacidad máxima diaria 1400 litros)	6.80	0.09
Humedal artificial	7.80 m ³	10	0.13
Generador de energía eólica (Debajo de la sala)	4.65 kw/hora/día.	1.00	0.01
Generador atmosférico de agua	500 litros/día.	2.86	0.04
Celdas solares	32 kw/día	35.20 (en pergolado y terraza)	-----
2 Tinacos para almacenamiento de agua potable (Debajo de la sala)	5,000 litros	7.62	0.10

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Suministro de Servicios:

Energía eléctrica: Para las etapas de preparación y construcción de la obra, se dispondrá de una planta portátil de generación de energía, la cual funciona a base de combustible diésel esta planta se colocará dentro de la bodega provisional de obra para minimizar el ruido.

El suministro de energía eléctrica durante la etapa de operación, será a través de sistema mixto conformado por 1 generador eólico de tres palas y baterías de almacenamiento, las baterías se colocaran en el cuarto de máquinas de la casa, se tiene calculado que con este sistema se generaran hasta 4.65 kw/hora/día, adicionalmente se contará con 4 módulos de 4 paneles solares cada uno, los paneles se ubicaran de la siguiente manera: 6 en la azotea de las tres recamaras y 10 sobre el pergolado del deck de acceso a la casa (plano 3 de anexo planos), las baterías, controladores e inversores se colocaran en el cuarto de máquinas, con los paneles solares se esperan obtener 32 kw/día. Se considera que la energía producida por el sistema mencionado será suficiente para el funcionamiento del proyecto, sin embargo, adicionalmente, se contará con una planta de gasolina de 3,500 Watts como sistema de emergencia, sin embargo.

Agua: Durante la etapa de preparación y construcción, el agua será transportada en pipas desde el pueblo de Tulum y será almacenada en 2 tinacos de plástico con capacidad de 1,100 litros para abastecer la obra.

Al final de la etapa de construcción se instalarán dos tinacos tipo rotoplas con capacidad de 5,000 litros cada uno, en un tinaco se captarán aguas pluviales y se almacenará el agua que se compre en pipas en el poblado de Tulum, en el segundo tinaco se almacenará agua proveniente de un sistema de condensación de agua, de una producción aproximada de 500 litros/día, (el agua que se genera tiene una calidad adecuada para beber, por lo que se tendrá la capacidad de solventar todos los usos requeridos), estos tinacos estarán debajo de la sala.

Los consumos estimados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Consumos estimados de agua para las diferentes etapas del proyecto.

Etapas del proyecto	Tipo de agua	Consumo diario en litros	Consumo anual en litros
Preparación	Agua cruda	600.00	18,000.00
	Agua potable	100.00	3,000.00
	Agua purificada	57.00	2,793.00
Construcción	Agua cruda	300.00	144,000.00
	Agua potable	20.00	24,000.00
	Agua purificada	0.00	12,7680.00
Operación	Agua cruda	700.00	255,500.00
	Agua potable	20.00	73,000.00
	Agua purificada	38.00	13,870.00

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Combustible: En las etapas de preparación, construcción y operación; la gasolina y diésel necesarios para la operación de la maquinaria y equipo, serán adquiridos en el poblado de Tulum, donde se ubica la estación de servicio más cercana al área del proyecto, los combustibles se irán adquiriendo según sean requeridos y se trasladarán diariamente al área del proyecto en recipientes cerrados herméticamente.

Tabla 6. Consumos estimados de combustibles para las diferentes etapas del proyecto.

Etapas del proyecto	Combustible	Consumo diario en litros	Consumo anual en litros
Preparación	Gasolina	5	150
	Diésel	20	980
	Gas lp	10	490
Construcción	Gasolina	5	1,200
	Diésel	50	11,200
	Gas lp	10	2,400
Operación	Gasolina	1	365
	Gas lp	5.55	2,025.75

El gas L.P: Durante las etapas de cambio de uso de suelo (preparación) y construcción se contará con un tanque de 20 kilos, para alimentar una parrilla portátil. Durante la etapa operativa se tendrá un tanque estacionario horizontal con capacidad de 1,000 litros. Para el suministro del gas se pedirá el servicio a alguna de las compañías de gas de la zona; este tanque se instalará en la azotea norte del proyecto, arriba de la estancia-comedor-cocina, esta área ofrecerá buenas condiciones de ventilación, además de presentar las siguientes características:

- Presenta acceso seguro y rápido
- Presente el menor grado de insolación
- Azotea plana con una inclinación no mayor de 5 grados, que tengan escalera permanente.

II.1.5. Inversión requerida

La inversión programada para la construcción y operación del proyecto es de aproximadamente \$5,500,000.00 MX.

En cuanto al presupuesto para las medidas de prevención y mitigación, se tiene asignado un monto de \$490,000.00 pesos, (el 8.91 % de la inversión) incluidos dentro del monto total de inversión, este monto se desglosa de la siguiente manera:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 7. Costos de la aplicación de medidas de prevención y mitigación de impactos.

Medida de mitigación	Costo en pesos
Delimitación de áreas de aprovechamiento	30,000.00
Supervisión ambiental	170,000.00
Programa de Rescate y reubicación de Flora y restauración de maniobras (Anexo técnico 1)	110,000.00
Programa de Rescate de Fauna (Anexo técnico 2)	40,000.00
Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos. (Anexo técnico 3)	50,000.00
Plan de acciones para la conservación de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (anexo técnico 4).	50,000.00
Plan de acciones para la conservación de tortugas marinas (Anexo técnico 5)	40,000.00
Monto total de medidas de prevención y mitigación	\$490,000.00

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

A continuación, se describen las obras y actividades del proyecto, así como las obras asociadas y los servicios requeridos, se describen las características del predio, desglosando las superficies de afectación respecto a la cobertura vegetal que se presenta en el predio, y se muestra la ubicación espacial de las obras incluyendo las asociadas y/o provisionales, especificando las coordenadas de las áreas solicitadas para el cambio de uso de suelo.

II.2.1. Dimensiones del proyecto

II.2.1.1 Superficie total del predio:

De acuerdo a la Escritura Pública No. 128,745 (anexo 1) el predio del proyecto cuenta con una superficie de **7,578.92 m²**.

Los tipos de comunidad vegetal en el predio son: manglar, palmar y de duna costera; el predio está dividido por el camino rústico Tulum –Punta Allen, y existen fragmentos sin vegetación hacia la porción de duna costera con frente hacia la playa, definidos como arenales naturales.

La superficie de aprovechamiento que se pretende es de 447.86 m², esta superficie actualmente está cubierta de la siguiente manera: 418.19 m² de palmar natural lo que equivale al 0.33 % de la superficie del predio; 3.04 m² corresponden a áreas con vegetación de duna lo que equivale al 0.01 %; 26.63 m² en arenal natural equivalente al 0.04 %, tal y como se muestra en la siguiente la tabla.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 8. Superficie a afectar con respecto a la cobertura de vegetación del predio.

Uso de suelo y vegetación	Superficie en el predio en m ²	Área de aprovechamiento	
		Superficie solicitada en m ²	Porcentaje respecto al tipo de vegetación. (%)
Palmar	1,654.81	418.19	25.27
Vegetación de duna costera	760.01	3.04	0.40
Manglar	3,754.98	0.00	0.00
Camino Tulum-Punta Allen	622.31	0.00	0.00
Arenal natural (Sin vegetación)	786.81	26.63	3.38
Total	7,578.92	447.86	5.91

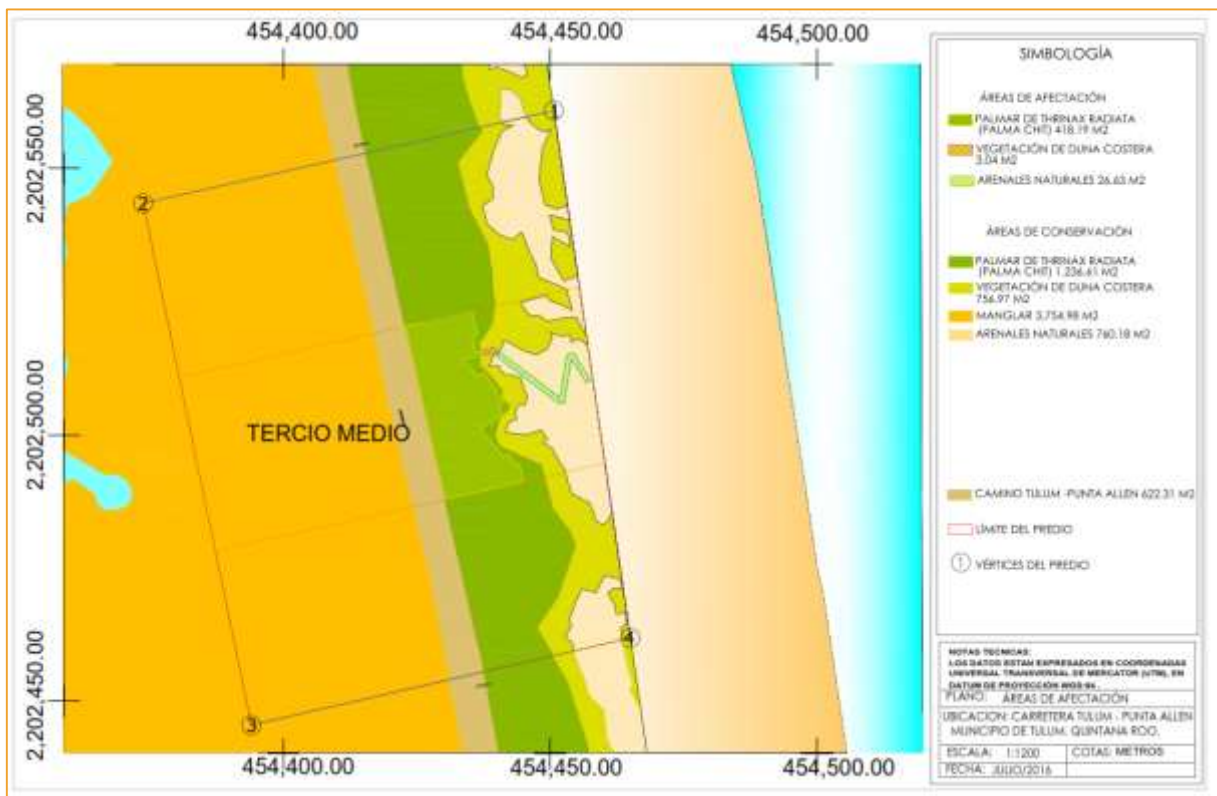


Figura 7. Plano de áreas de afectación del proyecto por tipo de vegetación (ver plano 1 en anexo planos).

II.2.1.2. Superficie para obras permanentes.

En la siguiente tabla se describen las áreas de la casa, tanto a nivel del suelo, como en planta baja, planta alta y obras de apoyo. Los planos con cotas de la planta baja y planta alta se presentan en el anexo planos (plano 5 y plano 6).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 9. Superficie para obras techadas (en metros cuadrados).

Descripción de obras	Superficie en m ²	% respecto al predio
Recámara 1 (incluye un baño)	44.91	0.59
Recámara 2 (incluye un baño)	30.35	0.40
Recámara 3 (incluye un baño)	30.13	0.40
Estancia-Comedor-cocina	65.87	0.87
Áreas de servicio (Cuarto de máquinas y de lavado)	17.41	0.23
Medio baño	4.32	0.06
Superficie total de obras techadas	192.99	2.55
SUPERFICIE TOTAL DE OBRAS TECHADAS PARA CASA HABITACIÓN: 192.99 M²		

Tabla 10. Superficie para obras de apoyo (en metros cuadrados).

Descripción de obras	Superficie en m ²	% respecto al predio
Superficie que ocupa daca una de las obras de apoyo		
Deck de madera de acceso a casa (incluye 18.82 m ² del camino de acceso a casa)	38.13	0.50
Terrazas	28.54	0.38
Cubo de escaleras	10.02	0,13
Andador de acceso a la playa	30.54	0.40
Humedal artificial	10	0.13
Microplanta de tratamiento y registro	6.79	0.09
Camino de acceso a casa (no incluye 18.82 m ² que se ubican debajo del deck de acceso)	26.78	0.35
Base para generador eólico	1.00	0.01
Base para generador atmosférico de agua	2.86**	0,03
Área de acopio temporal de residuos.	2.60	0.03
Tinaco de 5000 litros	7.62**	0.10
Área verde ajardinada con plantas nativas	117.89	1.56
Alberca	44.83***	0.59

** Esta superficie NO se contabiliza como área de aprovechamiento ni como cambio de usos de suelo ya que se ubica debajo de la sala.

*** Esta superficie NO se contabiliza dentro del aprovechamiento, como cambio de usos de suelo, ni dentro de la superficie de construcción ya que se trata de una obra sin techar en la azotea.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

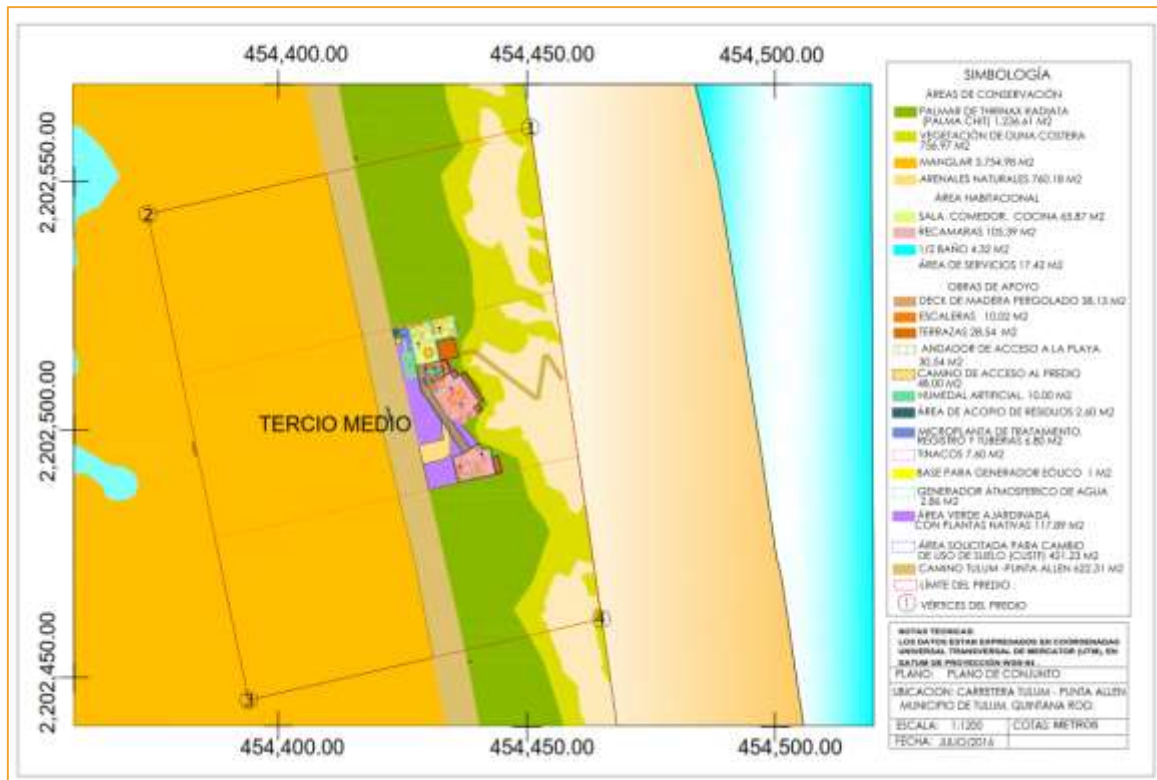


Figura 8. Plano de conjunto del proyecto (ver plano 6 en anexo planos).

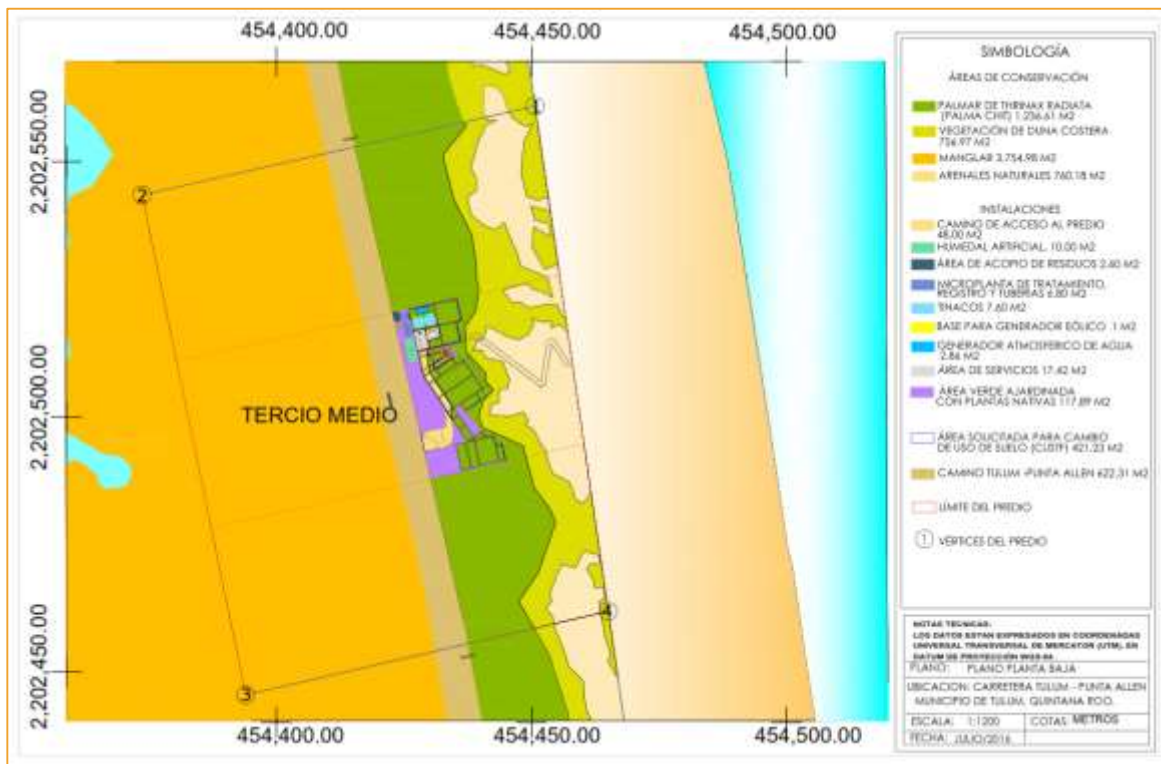


Figura 9. Plano de plata baja, donde se muestran obras techadas y sin techar del proyecto (ver plano 5 en anexo planos).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

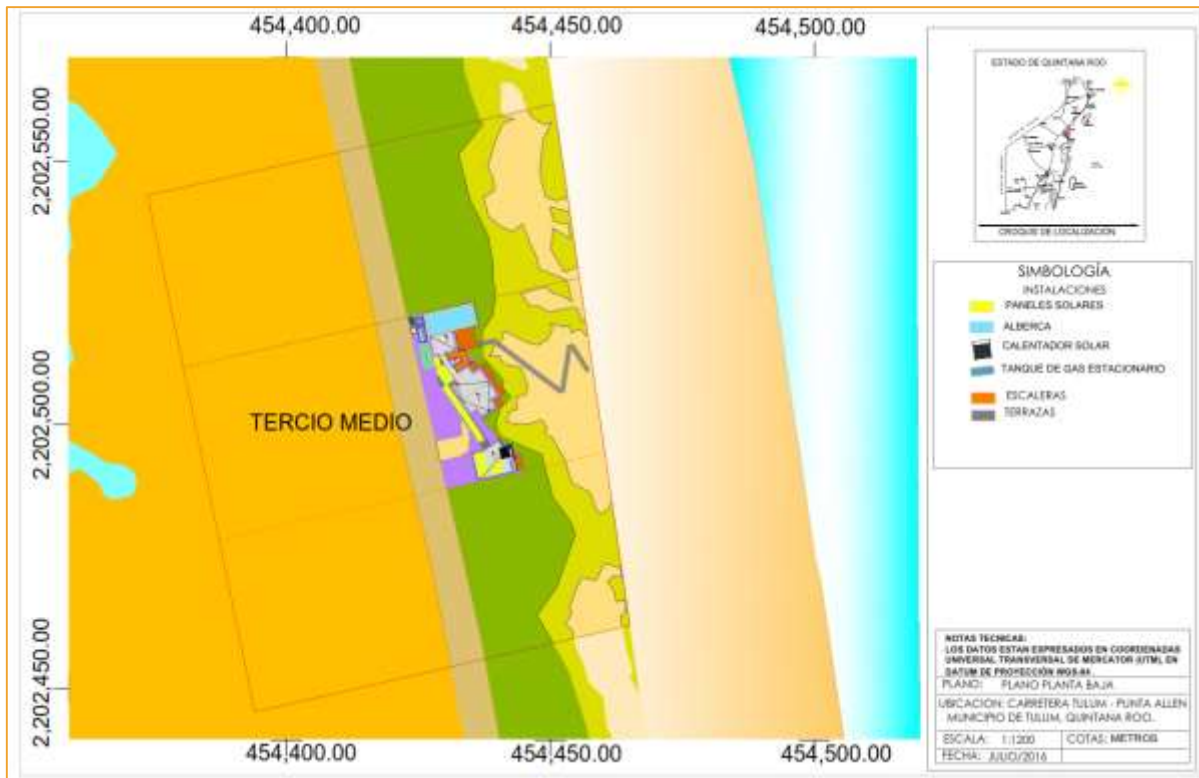


Figura 10. Plano de azoteas (plano 4 de anexo planos).

Las superficies de conservación y aprovechamiento se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 11. Resumen de la superficie del predio.

Concepto	Superficie m ²	Porcentaje respecto a la superficie total del predio (%)
Aprovechamiento por la casa	447.86	5.91
Camino que atraviesa el predio	622.31	8.21
Conservación	6,508.75	85.88
Total predio	7,578.92	100.00

II.2.1.3 Superficies enfocadas al cambio de uso de suelo.

El proyecto pretende aprovechar una superficie de 447.86 m² de un predio con una superficie total de 7,578.92 m²; la superficie forestal del predio únicamente corresponde a 6,169.80 m², donde 1,409.12 m² no tiene vegetación (Incluye el camino y arenal natural). La Promovente solicita para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 421.23, que se distribuyen de la siguiente manera:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 12. Superficies del predio de acuerdo con el uso que se les pretende dar.

Clasificación	Tipo de cobertura	Superficie por uso de suelo				Superficie general	
		Uso	m ²	Ha	%	m ²	%
Área para cambio de uso de suelo	Palmar	Habitacional y de servicio	418.19	0.04	5.52	421.23	5.56
	Vegetación de duna costera	Habitacional y de servicio	3.04	0.0003	0.04		
Área que no requiere cambio de uso de suelo	Área sin vegetación	Habitacional y de servicio	26.62	0.002	0.35	648.94	8.56
	Camino de servidumbre de paso Tulum-Punta Allen.	Vialidad federal	622.31	0.06	8.21		
Área no incluida en el cambio de uso de suelo.	Palmar natural	Conservación	1,236.61	0.12	16.32	6,508.75	85.88
	Vegetación de duna costera	Conservación	756.97	0.07	9.99		
	Manglar	Conservación	3,754.98	0.37	49.55		
	Sin vegetación	Arenal natural	760.18	0.07	10.03		
Totales			7,578.92	0.75	100.00	7,578.92	100.00

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2



Figura 11. Plano de Superficies del predio de acuerdo con el uso que se les pretende dar (Ver plano 2 en anexo planos).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

II.2.1.4 Justificación de la existencia de áreas no forestales

Como se indicó anteriormente, el predio presenta áreas no forestales las cuales se clasifican en dos diferentes unidades de paisaje: a) áreas sin vegetación que corresponden al camino rústico Tulum-Punta Allen en una superficie de 622.31 m² y b) áreas definidas como arenales naturales sin vegetación sobre una superficie de 786.81 m² (Figura 11), las cuales existen desde antes de entrar en vigor el artículo 119 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (21 de Febrero de 2005).

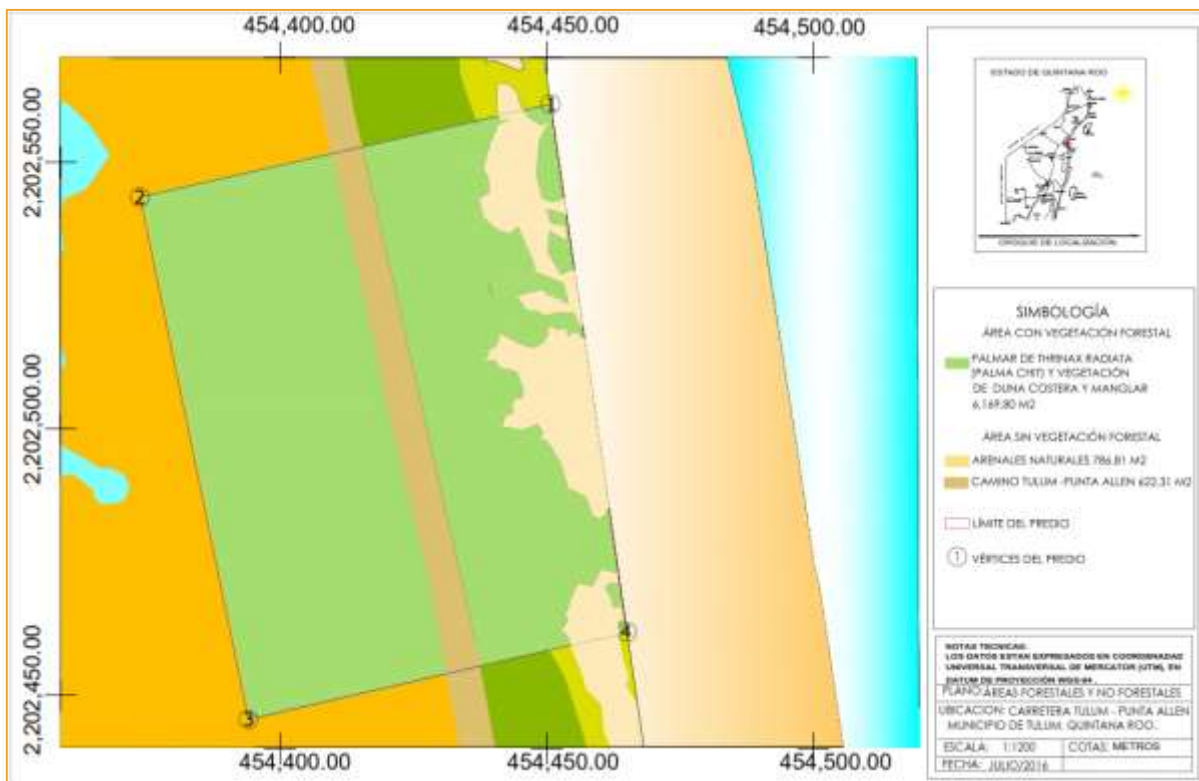


Figura 12.- Clasificación de áreas forestales y no forestales.

En la siguiente figura se muestra el mapa del predio que presenta de fondo la Ortofoto del INEGI de los años 2000, 2003 y 2004, donde se puede observar que el predio ya presentaba estas área sin vegetación desde antes del 21 de febrero de 2005, que es cuando el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que los terrenos forestal seguirán considerándose como tales aunque pierdan su cubierta forestal.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2



Figura 13.-Mapa de áreas sin vegetación en el predio desde el año 2000.

II.2.2. Representación gráfica regional.

El predio del proyecto se ubica en el Estado de Quintana Roo, Municipio de Tulum, en la Región Hidrológica Yucatán Este Número 33, en la cuenca *Cuencas Cerradas –B* con clave *RH33B*, Subcuenca Hidrológica *Bacanche RH 33Ba* de INEGI, en la zona costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an.

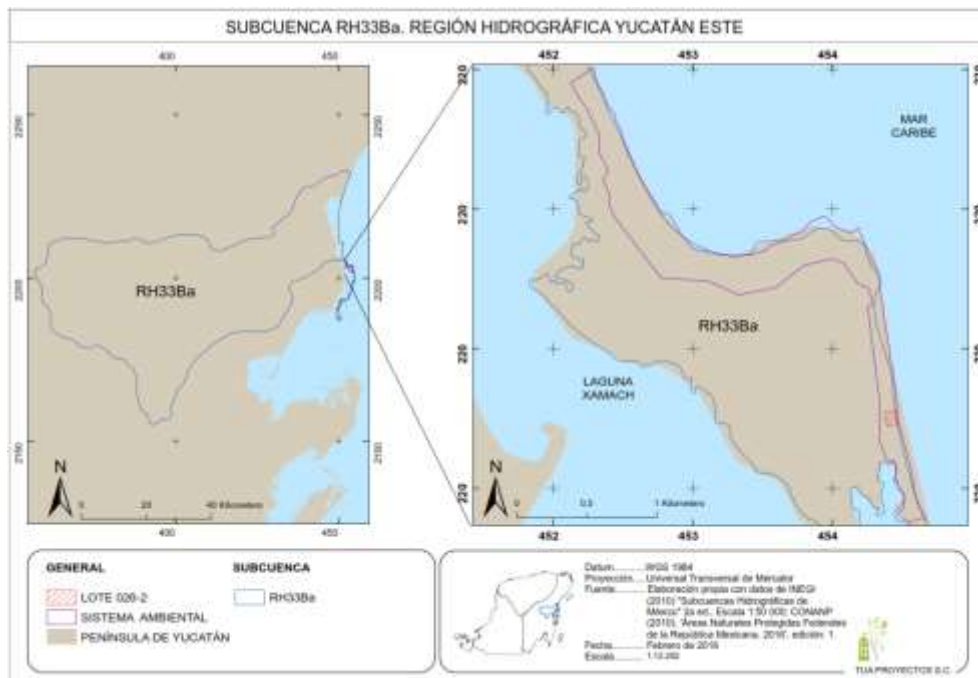


Figura 14. Ubicación del predio en la Subcuenca Hidrológica RH 33Ba (Anexo mapas).

II.2.3. Representación gráfica local.

De acuerdo a escrituras, el predio del proyecto se ubica en la zona costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an, y corresponde al Lote 026-2 de la Manzana 60, Región 21, del predio Rustico denominado “Punta San Juan” y tiene una superficie de 7,578.92 m² así como con las siguientes medidas y coordenadas:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 13. Medidas, colindancias y coordenadas del predio.

VÉRTICES	COLINDANCIA	DISTANCIA	VÉRTICE	COORDENADAS	
				X	Y
1-2	Al norte con Lote 026-2	78.95	1	454,450.7110	2,202,560.8433
2-3	Al oeste con ZOFEMAT Laguna Xamach	100.00	2	454,373.7079	2,202,543.4220
3-4	Al sur con Lote 026-3	72.89	3	454,394.0235	2,202,445.5073
4-1	Al este con ZOFEMAT del Mar Caribe	100.00	4	454,465.0521	2,202,461.8770

A continuación, se desglosan las superficies de acuerdo al tipo de vegetación y a los usos que presenta actualmente el predio, así mismo se detallan las superficies sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) y áreas sin vegetación forestal que de acuerdo al análisis de campo y a datos históricos (Ortofoto. INEGI, 2000) se ha demostrado que desde el año 2000 se registra la existencia de áreas sin vegetación en fragmentos al interior del predio, esto se describe con mayor detalle en el capítulo VIII, sección VIII.1 del presente DTU.

Tabla 14. Superficies del predio de acuerdo con el uso que se le pretende dar.

clasificación	Tipo de cobertura	Superficie por uso de suelo				Superficie general	
		Uso	m ²	Ha	%	m ²	%
Área para cambio de uso de suelo	Palmar	Habitacional y de servicio	418.19	0.04	5.52	421.23	5.56
	Vegetación de duna costera	Habitacional y de servicio	3.04	0.0003	0.04		
Área que no requiere cambio de uso de suelo	Área sin vegetación	Habitacional y de servicio	26.62	0.002	0.35	648.94	8.56
	Camino de servidumbre de paso Tulum-Punta Allen.	Vialidad federal	622.31	0.06	8.21		
Área no incluida en el cambio de uso de suelo.	Palmar natural	Conservación	1,236.61	0.12	16.32	6,508.75	85.88
	Vegetación de duna costera	Conservación	756.97	0.07	9.99		
	Manglar	Conservación	3,754.98	0.37	49.55		
	Sin vegetación	Arenal natural	760.18	0.07	10.03		
Totales			7,578.92	0.75	100.00	7,578.92	100.00

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 15. Superficie total del predio de acuerdo al tipo de vegetación y usos de suelo actual.

Uso de suelo y vegetación		Superficie en el predio en m ²	Porcentaje respecto al predio
Superficie con Vegetación forestal	Palmar	1,654.81	21.83
	Vegetación de duna costera	760.01	10.03
	Manglar	1,654.81	45.55
Superficie del predio con vegetación forestal		6,169.80	81.41
Superficie sin vegetación forestal	Arenales naturales sin vegetación	786.81	10.38
	Camino Tulum-Punta Allen.	622.31	8.21
Superficie del predio SIN vegetación forestal		1,409.12	18.59
Superficie total del predio		7,578.92	100

Tabla 16. Resumen de área que requiere CUSTF y que no requieren CUSTF.

Áreas solicitadas para aprovechamiento	Superficie en el predio (m ²)	Porcentaje respecto al predio
Área que requiere CUSTF (palmar natural y de duna costera)	421.23	5.56
Área que no requiere CUSTF (sin vegetación forestal desde el año 2000)	26.63	0.35
Superficie total de aprovechamiento	447.86	5.91

Como se puede apreciar en la siguiente figura, el proyecto se ubica en su totalidad en el tercio medio, ocupando 421.23 m² de vegetación de palmar y de duna costera, además de 26.63 m² de superficie sin vegetación. En total el proyecto aprovecha 447.86 m².

Cabe señalar que la vegetación de palmar está dominada por *Thrinax radiata* (palma chit), de acuerdo a la clasificación de vegetación de la serie V del INEGI, donde los describen como: *Asociación de plantas monopódicas pertenecientes a la familia Arecaceae (Palmae)*

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

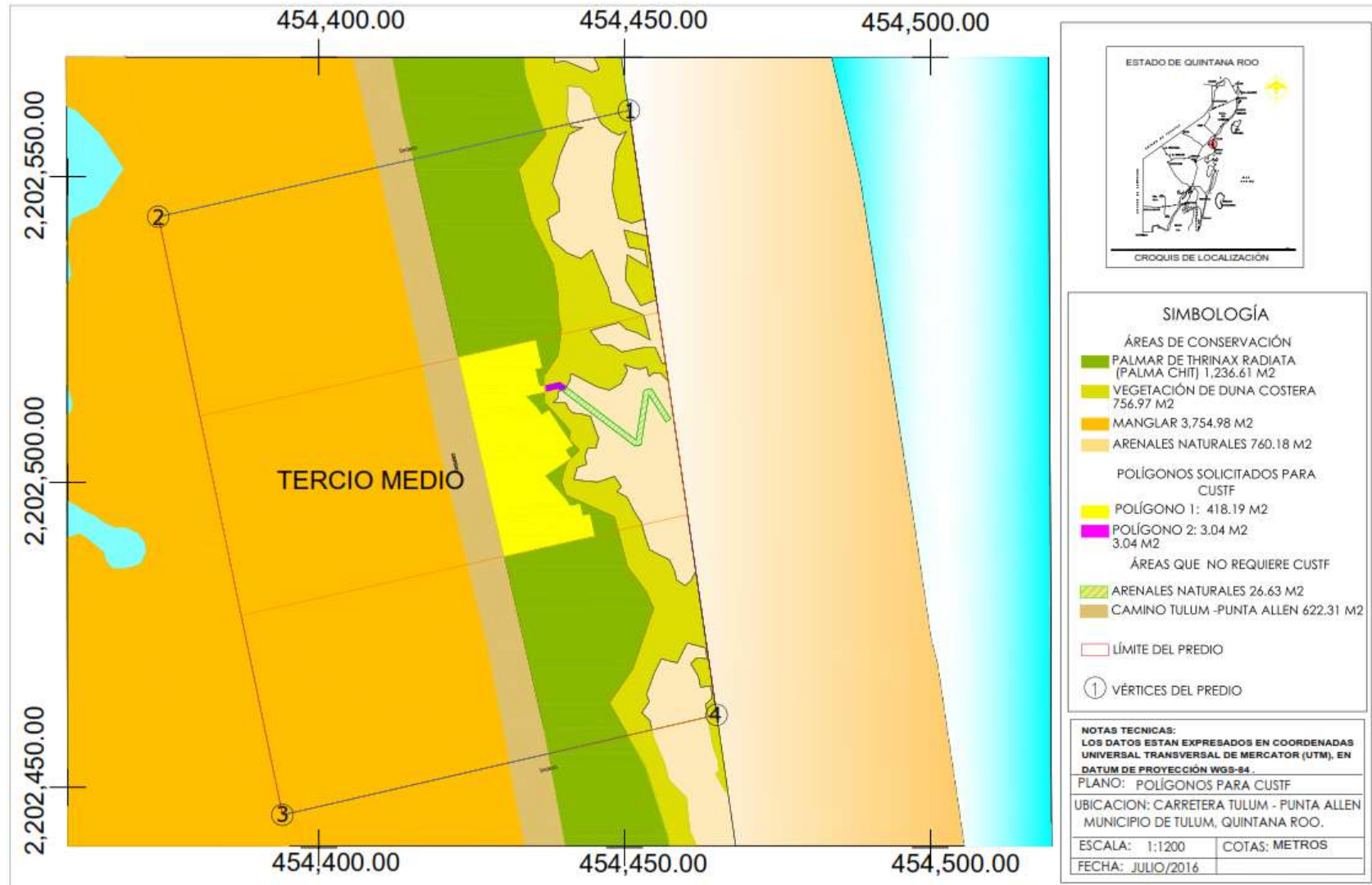


Figura 15. Plano de ubicación de los 615.06 m² que ocupa el proyecto, solicitados para cambio de usos de suelo en relación a la vegetación presente en el lote 026-2 (Plano 8 de anexo planos).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

**COORDENADAS UTM DATUM: WGS-84
DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO
LOTE 26-2**

Tabla 17. Polígono 1. Aprovechamiento con cambio de Uso de Suelo

Vértice	x	y
1	454437.5738	2202511.6720
2	454436.4136	2202510.8884
3	454435.4901	2202512.2557
4	454433.6869	2202514.1066
5	454437.0438	2202514.8661
6	454437.0279	2202515.7852
7	454435.9950	2202515.5515
8	454435.3175	2202518.5459
9	454436.3807	2202518.7864
10	454435.381	2202523.2047
11	454422.8886	2202520.3784
12	454430.3313	2202487.8875
13	454445.0241	2202491.2117
14	454444.2422	2202494.6680
15	454443.0718	2202494.4032
16	454442.6304	2202496.3539
17	454441.0655	2202495.9998
18	454440.2373	2202497.2260
19	454436.8828	2202501.0325
20	454441.1321	2202503.9026
21	454440.2085	2202505.2699
22	454441.3687	2202506.0535
1	454437.5738	2202511.6720

Tabla 18. Polígono 2. Aprovechamiento con cambio de Uso de Suelo

Vértice	x	y
1	454439.2194	2202515.3583
2	454439.6828	2202515.0066
3	454440.2174	2202515.1514
4	454440.4521	2202515.5527
5	454439.4296	2202516.3286
6	454437.0279	2202515.7852
7	454437.0438	2202514.8661
1	454439.2194	2202515.3583

II.2.4. Preparación del sitio y construcción.

Preparación del sitio.

La etapa de cambio de uso de suelo (preparación del sitio) tendrá un tiempo estimado de **8 semanas**, considerando atrasos imprevistos por cuestiones climáticas o problemas de acceso al predio, en esta etapa se realizarán las siguientes actividades:

- **Delimitación del área de aprovechamiento.** De manera preventiva se realizarán acciones para evitar la afectación sobre áreas con vegetación sin aprovechamiento, por medio de la delimitación del área de aprovechamiento del proyecto, que tomará aproximadamente **3 días**, pues debido a las dimensiones que tendrá la obra la delimitación se hará con cinta de precaución. Únicamente y de ser necesario se colocará malla electro soldada y/o malla sombra hacia el límite oeste del área de aprovechamiento para evitar una mala imagen por los trabajos de construcción a los visitantes de la reserva.
- **Rescate de la vegetación** en el área solicitada para realizar el cambio de uso de suelo, para esta acción se estima una duración de **3 semanas** (incluido la delimitación del área de aprovechamiento), donde se realizará el movimiento de ejemplares principalmente de palma chit (*Thrinax radiata*), así como algunas otras especies de plantas nativas que puedan ser rescatadas, dichas actividades se realizarán de acuerdo al programa de rescate y reubicación de flora, anexo al presente estudio (Anexo técnico 1).
- **Rescate de fauna.** En el área solicitada para realizar el cambio de uso de suelo se aplicará el programa de rescate de fauna como medida de mitigación, esta actividad se realizará conforme avance el rescate de la vegetación y en las etapas de construcción y operación conforme al programa respectivo que se anexa al presente estudio (Anexo técnico 2).
- **Desmante y despalme.** Estas actividades se realizarán después del rescate de la vegetación y de fauna, se realizará desde el área del camino de acceso, se avanzará sobre el área de construcción del humedal artificial, microplanta de tratamiento y tinacos para el almacenamiento de agua potable, por último, sobre el área de desplante de la casa habitación y el área de maniobras perimetral a la casa; se estima que dicha actividad tenga una duración de **5 semanas**.

El desmante se realizará con el uso de herramientas menores como machetes, hachas y motosierras hasta donde sea posible, y herramientas mecánicas (maquinaria menor: bobcat), cuando sea necesario remover árboles de tamaño mayor. Las actividades de remoción de la vegetación se llevarán a cabo de manera paulatina y ordenada de forma tal que las especies de fauna que pudieran encontrarse en el sitio del proyecto se desplacen

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

hacia zonas más seguras, como las ubicadas en los predios aledaños y las áreas de conservación del mismo predio.

El despalme se efectúa retirando el primer estrato de suelo hasta encontrar terreno de mejor calidad donde construir la infraestructura.

Construcción

Se calcula que la etapa de construcción tendrá una duración de 10 meses, a continuación, se presentan las generalidades de esta etapa:

Cimentación: la cimentación será a base de 38 pilotes prefabricados de 25 cm de diámetro hincados a una profundidad aproximadamente de 6 m hasta la capa dura, el largo de los pilotes será variado de acuerdo con las necesidades del proyecto. (En el anexo técnico 7 se presenta el reporte del estudio de mecánica de suelo).

Estructura y albañilería. La construcción se hará mediante muros de block de cemento hueco de 15x30x20 cm y castillos y columnas de concreto armado. Para las losas se utilizará vigueta y bovedilla de 25 cm de peralte.

Los trabajos de albañilería se traslaparán con los de instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas, y conforme se vaya terminando la obra civil se comenzará con la fase de acabados en donde se realizarán las siguientes actividades: aplicación de pintura, colocación de puertas y ventanas, colocación de cancelería de vidrio y carpintería fina.

Instalaciones. -

Sistema eléctrico: Para las etapas de preparación y construcción de la obra, se dispondrá de una planta portátil de generación de energía, la cual funciona a base de combustible diésel.

El suministro de energía eléctrica durante la etapa de operación, será a través de un sistema mixto que consistirá en 1 generador eólico de tres palas y baterías de almacenamiento que se colocaran en el cuarto de máquinas de la casa, se estima una generación de hasta 4.65 kw/hora/día, adicionalmente se instalarán 4 módulos de 4 paneles solares cada uno y se ubicaran sobre el pergolado del deck de acceso a la casa y sobre el techo de la habitación principal (plano 3 de anexo planos), las baterías, controladores e inversores se colocaran en el cuarto de máquinas, con los paneles solares se esperan obtener 32 kw/día.

Se considera que la energía producida por el sistema mencionado será suficiente para el funcionamiento del proyecto, como sistema de emergencia se contará con una planta de gasolina de 3,500 Watts.

La instalación se hará con tuberías conduit flexibles y cable condumex. La capacidad instalada es de 21,500 watts (ver plano de instalación eléctrica).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Instalación hidráulica: La instalación hidráulica estará constituida por tubería de PVC rígido con codos en las uniones y pegada con cemento especial para este tipo de material. Toda la instalación será subterránea. Se cuenta con colección de agua de lluvia. (Ver plano 8, en anexo planos).

Instalación sanitaria: Tanto las tuberías como las conexiones serán de PVC rígido, se contará con 2 registros uno debajo de la casa y otro antes de llegar al micro-planta de tratamiento de aguas residuales, además se contará con un humedal artificial como un segundo tratamiento del agua. (Ver plano 5, en anexo plano, y ficha técnica del micro-planta de tratamiento en anexo técnico 6).

Alberca: el área es de 44.83 m² y funcionará con un filtro y calentador solar. Esta alberca requerirá para su llenado un aproximado de 40 m³ de agua que se renovarán una vez cada 1 o 2 años. La construcción de la alberca será a base de muros perimetrales de concreto armado con un rebosadero que funcionará como desnatador. El equipo propuesto para el filtro es el siguiente:

Para el mantenimiento de la alberca se utilizará el sistema de purificación ECO-smarte, el cual no utiliza sustancias químicas como cloro, ya que su sistema de filtración utiliza una combinación de ionización de cobre y oxidación eléctrica de titanio.

En las piezas de plomería del equipo se instalará una cámara que contiene electrodos de titanio y cobre, una vez que se active, los circuitos del sistema transformaran la energía en corriente directa de bajo voltaje y bajo amperaje, en sus electrodos, que contarán con un recubrimiento especial de metales nobles. Una vez a la semana los electrodos de cobre entrarán en modalidad de ionización y generaran iones cúpricos (Cu²⁺), que se mantendrán activos en el agua por un periodo entre siete y diez días, lo cual asegurará que no se alimenten las bacterias, algas, hongos y la mayoría de los virus. Este proceso de oxidación natural también eliminará del agua las sustancias orgánicas como células y grasas de la piel, los aceites bloqueadores.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

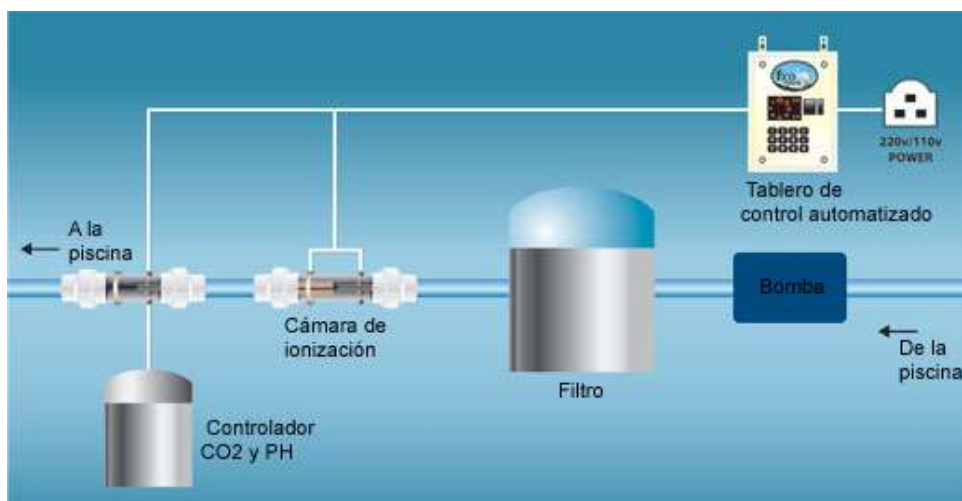


Figura 16. Diagrama de instalación de sistema de tratamiento de agua para la alberca.

Además de este sistema de purificación del agua, se mantendrá limpia la alberca al realizar diariamente el retiro de residuos sólidos (hojas y ramas) para evitar que permanezcan mucho tiempo en la alberca. El equipo de purificación de agua de la alberca será instalado en el cuarto de máquinas o en la bodega.

II.2.5. Materiales, sustancias, equipo y personal necesario para la realización del proyecto.

Para la construcción del proyecto se utilizará los siguientes materiales, que son comunes a la construcción de viviendas.

Tabla 19. Materiales a utilizar

Material e insumos	Unidad	Cantidad
Cambio de uso de suelo (Preparación)		
Cinta de precaución	Piezas	2
Bolsas de vivero	Piezas	100
Malla sombra	Royo	1
Construcción		
Bovedilla	Piezas	2,000
Block	Piezas	5,000
Grava	Metros 3	75
Arena	Metros 3	75
Clavos	Kilos	200
Cable	Rollo 50 m	20
Tablones	Piezas	100
Polines	Piezas	100
Cemento	Toneladas	50

Además de los materiales de terminados como aluminio, madera, vidrios, muebles de baño, entre otros.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

En cuanto a la mano de obra, se estima que se requerirá el siguiente personal por cada una de las etapas del proyecto:

Tabla 20. Requerimiento de mano de obra durante la etapa de construcción

Puesto	Número de personas
Cambio de uso de suelo	
Topógrafo	1
Encargado de obra	1
Encargado de rescate	1
Jardinero	3
Cabo	2
Supervisor ambiental	1
Construcción	
Encargado de obra	1
Cabo	1
Oficial	5
Ayudante	7
Peón	5
Supervisor ambiental	1
Operación	
Personal de limpieza	1
Supervisor ambiental	1

Se requerirá el siguiente equipo durante las etapas de cambio de uso de suelo y construcción del proyecto:

Tabla 21. Requerimiento Equipo

Equipo	Cantidad
Palas	5
Picos	5
Cubetas	10
Bob cat	5
Astilladora	1
Grúa	1
Tracto camión de capacidad 6 m ³	1
Pipa de 5,000 litros	1

II.2.6. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Para la construcción del proyecto se contará con las siguientes obras provisionales dentro de los 10 metros que pueden ser despalmados de acuerdo al criterio MAE 20 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, donde a la letra dice: Solo la superficie de construcción y hasta 10 metros perimetrales, podrá ser despalmada totalmente.

Área de acopio temporal de plantas rescatadas: Dentro del área de maniobras se utilizará una superficie de aproximadamente 15 m² para el acopio temporal para las plantas producto del rescate. Se dejarán las plantas de mayor tamaño para que sirvan de sombra natural a las plantas rescatadas, conforme avance la obra y esté terminado el piso de la casa las plantas se ubicaran debajo de este hasta el momento de su reubicación.

Bodega de materiales: Debido a la ubicación del proyecto y a las condiciones del camino, será necesario contar con una bodega de 6.5 m² para el almacenamiento de materiales como cemento, cal, pintura, alambre, varilla, madera, entre otros materiales, así como sustancias y equipos, que serán utilizados durante las etapas de preparación y construcción. La bodega se construirá en el área perimetral.

Dormitorio: En el área destinada al acceso del predio se colocará el dormitorio que estará construido con polines y largueros de madera, techo de lámina de cartón, y paredes tela mosquitero o malla sombra y piso de triplay.

Sanitarios portátiles: Los sanitarios portátiles tipo Sanirent se colocarán en proporción de 1 por cada 10 trabajadores, estos serán ubicados en puntos estratégicos dentro del área perimetral a la casa, preferentemente en un área sombreada, y una vez que se encuentre funcionando la micro-planta de tratamiento y el humedal artificial se construirá un baño temporal con base de madera y piso impermeable, así como una cabina con regadera de las mismas características con una superficie total de 4.5 m², que estarán conectados a la micro-planta de tratamiento.

Comedor de empleados: La instalación del comedor será en un área de aproximadamente 7 m², donde se colocará sillas y mesas lugares con sombra natural debajo de la vegetación arbustiva del área de ajardinado, los alimentos de todo el personal serán transportados al predio diariamente. De ser necesario se instalará una parrilla de gas con tanque de 20 kilos para calentar los alimentos o bien un horno de microondas.

Lavabo temporal: Se contará con un lavabo temporal que servirá para que los trabajadores puedan lavarse las manos y la cara, este lavamanos se conectará a un bidón o tambor de 200 litros donde se colectaran las aguas jabonosas, y retiradas del proyecto por la empresa encargada de la extracción de los residuos de los baños portátiles. Una vez que se tenga instalada la micro-planta de tratamiento y el humedal artificial, este lavabo se conectará a la micro-planta de tratamiento.

Contenedores de residuos sólidos: Dentro del área perimetral se instalarán contenedores para la correcta separación de los residuos, de acuerdo a la demanda del proyecto podrán ser desde tamaño pequeño (cubetas con tapa pintadas y rotulas), contenedores medianos o contenedores grandes (tambos de 200 litros rotulados y con tapa); contarán con bolsa para facilitar el retiro de los residuos.

Área de acopio de cascajo: Se contará con un área para acopiar los restos de cemento, pedacería de block, que se generen por la construcción de la casa, se colocarán en un tambor de 200 litros para facilitar su transportación a su destino final en el Municipio de Tulum por una empresa debidamente autorizada para brindar este tipo de servicios.

II.2.7. Descripción de obras asociadas al proyecto

Las obras asociadas al proyecto son las siguientes:

Microplanta de tratamiento: Se contará con una micro-planta de tratamiento con capacidad de 2,500 litros, misma que cumple con la normatividad ambiental tal y como se hace constar en la ficha técnica anexa al presente (Anexo técnico 6).

Humedal artificial: El humedal artificial de 10 m², será construido a base de cemento, cubierto por dentro, con un impermeabilizante y geomembrana.

Tinacos para almacenamiento de agua: Durante la etapa de cambio de uso de suelo y construcción se contará con 2 tinacos tipo rotoplas, con capacidad de 1,000 litros para el almacenamiento del agua para el riego de las plantas, comedor de empleados y construcción, mientras que en al final de la etapa de construcción se instalarán 2 tinacos de 5,000 litros, estos se instalaran a nivel del suelo debajo del área de la sala, tal y como se muestre en la figura 16.

Base para generador de energía eólica: Se instalará 1 base para el generador eólico para la casa de aproximadamente 10 m de altura, la base se colocará sobre un cubo de concreto de 1 m².

Área de acopio temporal de residuos sólidos urbanos: Se contará con un área de acopio temporal para residuos sólidos urbanos a la orilla de la carretera, que servirá para colocar los contenedores con residuos los días que pase el servicio recolector municipal.

Base para generador atmosférico de agua: Durante la etapa operativa se implementará un generador atmosférico de agua con una capacidad de generación 500 litros diarios, los cuales se dirigirán a uno de los tinacos destinado al almacenamiento de agua de consumo, para lo cual se instalará una base para el generador atmosférico de agua con una superficie de 2.86 m², a nivel de suelo, a un costado del cuarto de máquinas de la casa, debajo del área de la sala.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

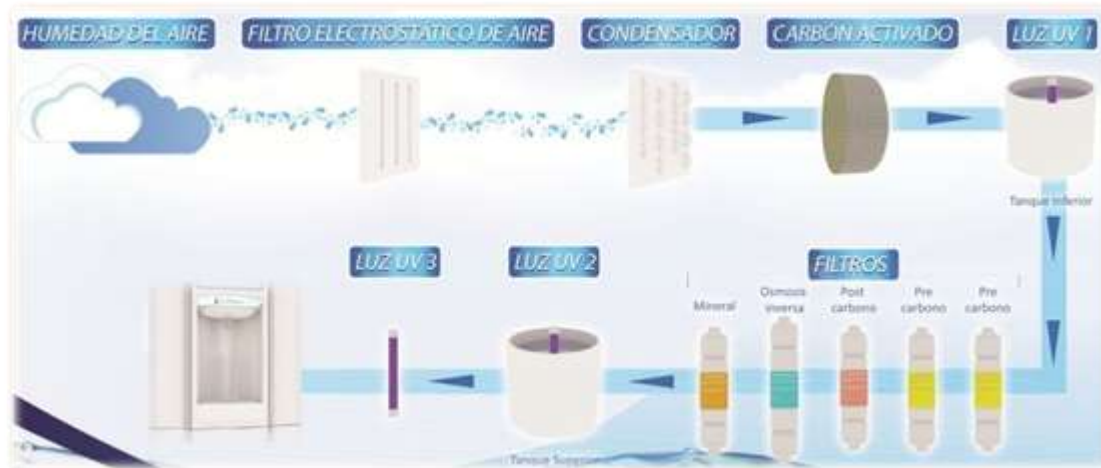


Figura 17. Se muestra el proceso de función del generador atmosférico de agua. La ficha técnica se muestra en anexo 10 de, Anexos Técnicos.

II.2.8. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.

El proyecto contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en dos tipos de vegetación, duna costera y palmar, sin embargo en vista de que sobre la duna costera solo se encuentran especies herbáceas y arbustivas con diámetros menores a 5 cm no es posible determinar volúmenes, por lo tanto, la estimación de volúmenes que se presenta a continuación únicamente está calculada sobre la vegetación de palmar del predio.

La vegetación de palmar del predio abarca 1,654.81 m², de los cuales el proyecto está solicitando para cambio de uso de suelo únicamente 418.19 m² para las obras y áreas que componen el proyecto sobre este tipo de vegetación; razón por la cual se estimaron los volúmenes por especie por hectárea, así como los que se afectarán por la ejecución del proyecto con base en la siguiente metodología:

a) Descripción del método de muestreo.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de cuadrantes con un sistema aleatorio, ubicando el sitio en la vegetación de palmar, donde al ser un sitio de 500m² abarca una gran superficie de la vegetación, localizada en la coordenadas según Tabla 22 (Ver en anexo el plano impreso de los sitios de muestreo de flora y fauna en el predio).

Tabla 22. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio

No. sitio	Coordenadas UTM Zona 16, Datum WGS-84	
	X	Y
1	454422.532	2202553.671

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Intensidad de muestreo

En las áreas cubiertas por Vegetación de palmar sujetas al cambio de uso de suelo en terrenos forestales se levantó 1 sitio rectangular de 500 m² donde se muestreo el estrato arbóreo, para el estrato arbustivo se levantó 1 subsitios de 50 m², mientras que para el estrato herbáceo se levantó 1 subsitios de 50 m², con lo cual se logró obtener intensidades de muestreo del 30.2%, 3% y 3% respectivamente, sobre la superficie cubierta por vegetación de palmar.

Definición de estratos

El criterio empleado para clasificar las especies vegetales identificadas según estrato, fue el siguiente:

Tabla 23. Criterio empleado para clasificar las especies vegetales

FORMA DE CRECIMIENTO	ALTURAS	DIÁMETROS	TALLO	RAMIFICACIÓN
Arbóreo	Mínimo de 1.30	10 cm de diámetro normal a la altura del pecho	Leñoso	Presente
Arbustivo	Mínimo de 50 cm	Desde 2 cm hasta menores a 10 cm.	Leñoso	Ramificado desde la base del tallo
Herbáceo	Mínimo 10 cm	Desde 1 cm en la base del tallo	Poco resiste o muy flexible	Presente o ausente

Con base en los criterios anteriores las especies presentes en el predio podrían encontrarse en los 3 estratos, y dependiendo de sus características, forma de crecimiento y edades se definió a que estrato pertenecían.

Variables levantadas

En cada sitio levantado se registró la siguiente información:

- **Número de sitio.** Esta asignación se llevó a cabo sobre los planos, y al llegar al sitio se marcó el número correspondiente mediante la colocación de una placa metálica.
- **Número de árbol.** - Se tomaron los datos en forma de zig-zag sobre el sitio iniciando de la esquina que fue georreferenciada asignándole un número consecutivo a cada ejemplar encontrado.
- **Especie.** - Se anotó el nombre común de cada especie.
- **Diámetro Normal (DN).**- Se utilizó una forcípula metálica para la medición del diámetro de árboles en pie, se tomó de acuerdo a los estándares mundiales que se establecen a 1.30 m del suelo.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

- **Altura Total (AT).**- Con la ayuda de un estadal graduado métricamente a cada 10 cm, se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.
- **Altura al fuste limpio (AFL).**- Se midió con el estadal desde el nivel del suelo a las primeras ramas de la copa.



Figura 18. Se muestra la medición del DAP de dos ejemplares de los árboles medidos

Equipo utilizado.

Para la realización de la toma de datos se utilizó el siguiente equipo y materiales:

- Estadal graduado métricamente a cada 10 cm, para medir alturas.
- Forcípula graduada.
- Machete.
- Geoposicionador satelital Garmin con una precisión de ± 30 cm).
- Cámara fotográfica digital
- Cinta métrica de 50 metros
- Pintura en aerosol color rosa fluorescente
- Libreta de campo
- Lápices de grafito
- Plumones permanentes
- Cinta amarilla

Fórmulas utilizadas

Para estimar el área basal y volumen total y volumen de fuste limpio se utilizaron las siguientes fórmulas:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

- **Área basal:**

El área basal (AB) es la superficie de un corte transversal del árbol medido a la altura de pecho. El AB de cada individuo se calcula con la siguiente fórmula:

$$AB = RAP^2 \times \eta = \frac{DAP^2}{2} \times 3.1416 = DAP^2 \times 0.7854$$

Donde:

RAP = Radio a la altura de pecho

DAP = Diámetro a la altura de pecho

- **Volumen de fuste limpio.**

Con los datos de campo (DAP y altura del fuste limpio) se calculó el volumen del fuste limpio con corteza, para lo cual en la fórmula aplicada se deducen las siguientes variables:

Forma. Se aplican las tablas de volúmenes elaboradas por la empresa MIQROO (de los Santos, 1976) para la formulación de su plan de ordenación. Las mismas consideran un coeficiente mórfico que varía de 0.5 a 0.7 según la especie. La formulación de las tablas se basó en un muestreo de campo intensivo utilizando el método del árbol tipo.

Volúmenes deducibles. Se deduce en forma automática los volúmenes estimados de tocón y de saneo, utilizando asimismo las tablas elaboradas con tal fin por la empresa MIQROO.

Aplicando los factores anteriores se obtiene el volumen del fuste limpio cortable, calculado con corteza y con las correspondientes deducciones de los volúmenes correspondientes al tocón y saneo.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo son las siguientes:

$$ESPECIES \quad VFL = 0.00842 + 0.000050894 \times DAP^2 \times AFL$$

Dónde:

VFL = Volumen del fuste limpio

DAP² = Diámetro al cuadrado

AFL = Altura del fuste limpio

- **Volumen total árbol**

Para el cálculo del volumen total se aplica un factor de conversión del volumen del fuste limpio, al volumen del fuste total (volumen total árbol). Para ello se aplican las fórmulas utilizadas en el Inventario Nacional Forestal de 1968, que estima dicho parámetro: sumando al volumen del fuste limpio, el volumen de la rama principal, procediendo en forma sucesiva hasta llegar a la copa.

$$\text{Volumen total árbol} = \text{Volumen del Fuste Limpio} \times \text{factor } F_n$$

Los factores F_n utilizados varían de 1.401 hasta 2.510 según la especie, a saber:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 24. Factor Fn por especie.

ESPECIES	Nombre común	Factor Fn
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	2.018
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	2.153
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	2.324
Otras	Otras	2.300

Estos factores se tomaron de los resultados que arrojó el estudio de campo intensivo de biomasa que se realizó en el ejido Noh Bec (Martin, 1988), el cual arroja factores que oscilan de 1.44 para especies blandas (incluyendo preciosas) y de 2.30 para especies duras.

Justificación de las fórmulas utilizadas

Las fórmulas utilizadas para la estimación de volúmenes, como tal se han aplicado para la elaboración de:

- Programa de Manejo Forestal Simplificado del ejido Los Divorciados, 2009, SPFEQROO
- Programa de Manejo Forestal Simplificado del ejido Chacchoben, 2009, SPFEROO

Intensidad de muestreo

Se levantó 1 sitio de muestreo de 500 m² en el predio, donde la intensidad de muestreo para los diámetros mayores o iguales a 10 cm fue de 8% tomando en cuenta que solo se muestrearon las 2,554.98 m² (0.255 has) de la vegetación de Palmar misma que es la que será afectada por la instalación del proyecto. La intensidad se estimó con la siguiente fórmula:

$$IM (\%) = \left(\frac{Sup. muestreada (ha)}{Sup. total (ha)} \right) * 100$$

$$IM_{(\geq 7CM)}(\%) = \left(\frac{500 m^2}{6447.871 m^2} \right) * 100 = 8 \%$$

Dónde:

IM(%) = Intensidad de muestreo expresada en porcentaje.

IM(> 7 cm) = Intensidad de muestreo para árboles mayores o igual a 10 cm de dn.

IM(reg) = Intensidad de muestreo para regeneración natural.

Los resultados de su aplicación indican que se alcanzó una intensidad de muestreo muy aceptable en todos los casos.

Rangos de alturas en la vegetación del predio.

De las especies presentes en el predio, se puede observar que el 90.0% de las especies se encuentran en los rangos de altura de los 3 a 4 metros.

Tabla 25. Rangos de alturas

Diámetros	No. Ejemplares	%
2	1	3.3
3	20	66.7
4	7	23.3
5	0	0.0
6	2	6.7
7	0	0.0
	30	100.0

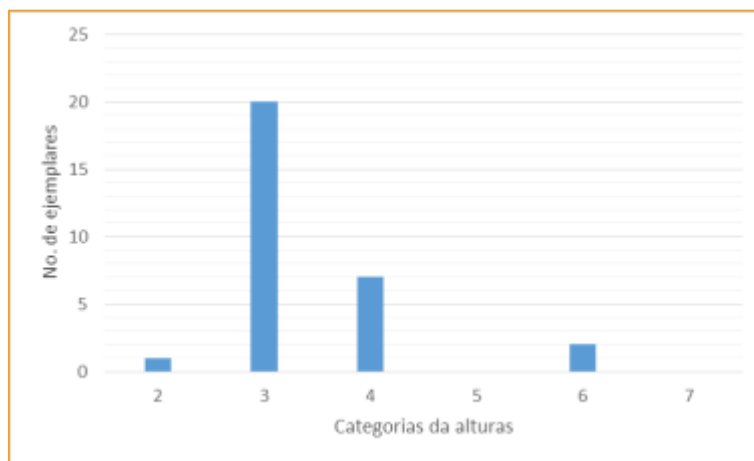


Figura 19. Distribución de las alturas en metros.

Categorías diamétricas

Como se observa en la siguiente tabla y gráfica, la mayoría de los individuos presentan diámetros menores a 10 cm por lo cual solo pueden ser considerados ejemplares jóvenes cuyo único posible aprovechamiento sería como productos para palizada.

Tabla 26. Categorías diamétricas.

Diámetros	No. Ejemplares
10	21
11	4
12	1
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	1
19	1
20	1
21	0
22	0

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Diámetros	No. Ejemplares
23	0
24	0
25	0
26	0
27	0
28	1
29	0
30	0
	30

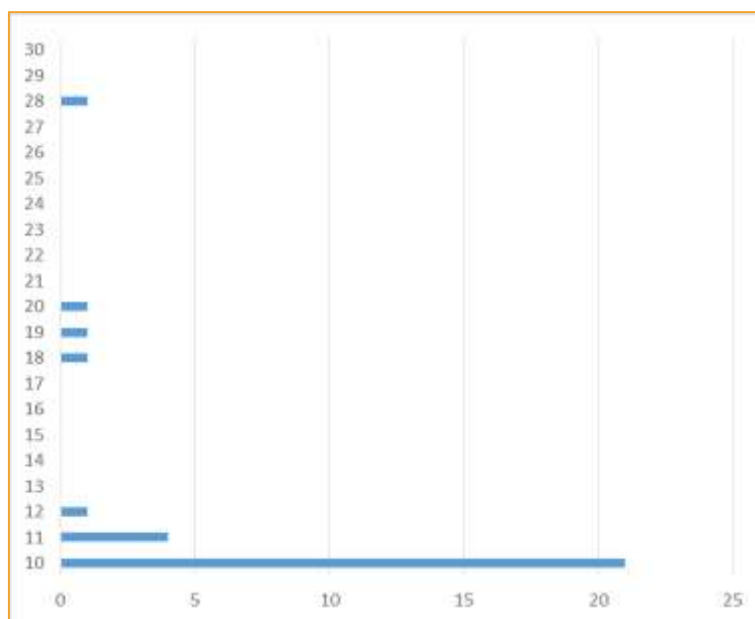


Figura 20. Distribución de las especies por categoría diamétricas.

Área basal y volúmenes total árbol por hectárea.

Se estimó el área basal y volúmenes para todas las especies que se registraron en la vegetación forestal durante el inventario forestal, obteniendo los siguientes resultados por hectárea. Se presentan las hojas de campo en anexo 8 de Anexos técnicos.

Tabla 27. Distribución del área basal y volúmenes por hectárea.

No.	Nombre común	Nombre científico	AB m ² /has	VFL m ³ /has	VTA m ³ /has
1	Chit	Thrinax radiata	4.285	9.731	9.731
2	Coco	Cocos nucifera	1.195	3.435	3.435
3	Uva de mar	Coccoloba uvifera	1.740	1.803	3.638
			7.221	14.969	16.804

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

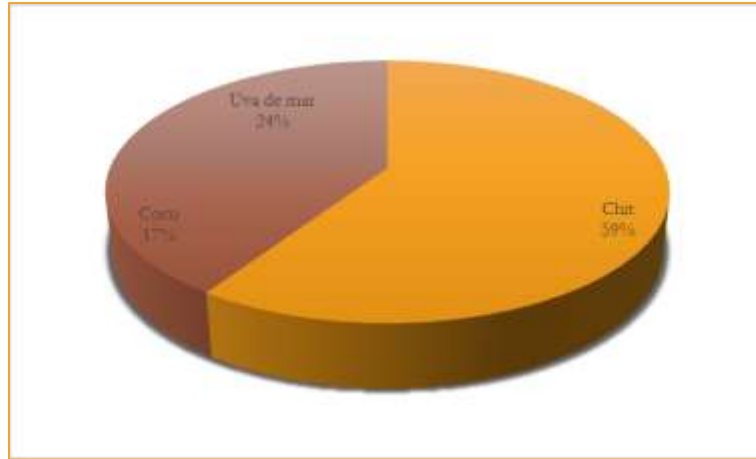


Figura 21. Distribución del área basal por especie por hectárea.

Con base en los resultados anteriores se puede observar que la especie que aporta el mayor porcentaje del área basal es la Palma chit, con un 59%, debido a que es la especie más abundante en el predio.

Por lo tanto analizando la información presentada se concluye que debido a que la Palma Chit representa el 86.7% de la población, y que la palma de Coco representa otro 6.7% de la población, la vegetación que cubre el predio realmente pertenece a un Palmar.

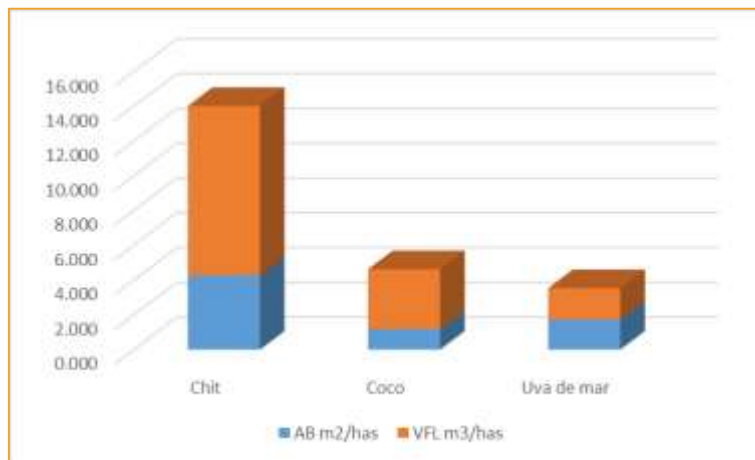


Figura 22. Distribución de volúmenes por especie por hectárea.

En cuanto a los volúmenes es claro que la Palma Chit presenta volúmenes mayores a las demás especies debido a su amplia abundancia dentro del predio, y en conclusión; en la vegetación de Palmar podemos encontrar un volumen de fuste limpio por hectárea de 14.969 m³/has, así como un Volumen Total Árbol de 16.804 m³/has.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Volúmenes afectados por la instalación del proyecto

En el siguiente cuadro se establecen los valores del área basal, volumen de fuste limpio y volumen total árbol, existente que serán afectados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Tabla 28. Valores dasonómicos que serán afectados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NO. DE ÁRBOLES/HA.	ÁREA BASAL (M ²) DE LA SUPERFICIE PARA EL CUSTF	VOLUMEN TOTAL (M ³) DE LA SUPERFICIE PARA EL CUSTF
1	Chit	Thrinax radiata	520.0	0.181	0.410
2	Coco	Cocos nucifera	40.0	0.050	0.145
3	Uva de mar	Coccoloba uvifera	40.0	0.073	0.153
		TOTAL	600.0	0.304	0.708

El Área basal total de todas las especies presentes en la vegetación de Palmar equivale a 1.195 m², de los cuales con la instalación del proyecto se afectarán 0.304 m² de área basal lo cual representa solo el 25.46 % del total.

Tabla 29. Área basal (m²) de la vegetación de Palmar y área de desplante.

Especie	Desplante	Vegetación secundaria de Selva baja subperennifolia
Chit	0.181	0.709
Coco	0.050	0.198
Uva de mar	0.073	0.288
TOTAL	0.304	1.195

Para el caso del Volumen Total árbol, se presenta en la vegetación de Palmar un promedio de 2.781 m³, de este volumen total árbol con el proyecto se afectarán 0.708 m³, lo cual representa el 25.46%.

Tabla 30. VTA (m³) de la vegetación de Palmar y área de desplante.

Especie	Desplante	vegetación secundaria de selva baja subperennifolia
Chit	0.410	1.610
Coco	0.145	0.568
Uva de mar	0.153	0.602
TOTAL	0.708	2.781

II.2.9. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.

Las superficies solicitadas para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales corresponden a 418.19 m² (0.042 has) de vegetación de Palmar y 3.042 m² (0.000 has) de

vegetación de duna costera, por lo cual se presenta la estimación de recursos para los 421.23m² (0.042) has solicitadas para el cambio de uso de suelo:

La valoración económica de los recursos naturales es hasta ahora una materia novedosa y sin duda complicada, ya que la asignación de un valor económico o monetario a los elementos naturales del ecosistema es sumamente compleja, no solo por el hecho del valor intrínseco de un elemento natural o el conjunto de estos, que sin duda no tienen precio en sí mismos y el valor ecológico que pueden constituir es único; por tal circunstancia en el caso de los ecosistemas secundarios tropicales la valoración económica se torna aún más complicada ya que si se tratará de recursos forestales (maderables o no maderables), o fauna cinegética, o materiales con un valor económico de mercado, la estimación del costo sería relativamente más sencilla, ya que bastaría con investigar sus precios en el mercado y asociarlo a las cantidades que pueden perderse por el proyecto.

En el caso de los recursos naturales de la zona del proyecto y en particular de las zonas sujeto a cambio de uso de suelo, no existe ningún tipo de comercialización y aparentemente la mayoría de especies animales y vegetales no tienen un valor económico de interés inmediato y directo desde el punto de vista humano; sin embargo, con el objeto de poder asignar un precio a este tipo de recursos hay que considerar su valor como un valor indirecto y en el mejor de los casos potencial.

a) Valoración económica directa.

La conservación productiva de los recursos biológicos requiere de la total persistencia de los ecosistemas, sus componentes y las interacciones entre éstos para que su presencia genere un impacto positivo sobre la sociedad a través de los servicios y productos que éstos generan. Los valores de uso directo de los bosques se reconocen de manera inmediata a través del consumo del recurso, productos y servicios derivados de éstos.

Los bosques y selvas de México son un claro ejemplo de la riqueza de productos y servicios que pueden obtenerse a partir de la diversidad biológica.

Al respecto, se tiene que en el país existen más de 2 mil especies de plantas susceptibles de aprovecharse comercialmente, entre las que se encuentran las que proveen productos maderables y no maderables, además de las actividades recreativas y turísticas con valor económico que sobre las áreas forestales se pueden llevar a cabo (UAES, 1997).

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación de los distintos valores de uso asociados a las áreas forestales.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 31. Clasificación de valores

<i>directo</i>	<i>Valor de uso indirecto</i>	<i>de opción</i>	<i>Valor de no uso de herencia</i>	<i>de existencia</i>
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar valores a los descendientes	Valores éticos
Usos extractivos: * Materia prima * Alimentos * Biomasa * Cultivo y pastoreo * Colecta de especímenes y material genético * Conversión a otro uso * Hábitat humano	Ecosistémicas: * Autopreservación y evolución del sistema * Ciclaje de nutrientes * Conocimiento e investigación científica actual * Hábitat migratorio * Fijación de nitrógeno Ambientales: * Protección y regeneración de suelos * Captación y purificación de agua * Protección de cuencas * Control de plagas * Control de inundaciones * Protección contra tormentas * Regulación climática * Retención de carbono * Estabilización costera	* Continuidad del sistema * Obtención de nueva materia prima * Nuevos conocimientos	* Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles	* Conocimiento de la existencia * Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles * Culturales, estéticos y religiosos

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp: 212-233

Como se puede observar en el cuadro anterior, los usos relacionados con los recursos forestales son diversos, sin embargo, para muchos de estos usos, su estimación económica no resulta clara. En este sentido el reconocimiento de los diferentes valores económicos de uso indirecto, de opción y de valor de no uso de los bosques y su utilización para la toma de decisiones se enfrenta a varias limitantes relacionadas con dificultades de lograr un consenso y la aceptación de las diferentes propuestas de estimación de estos valores, dificultades de comunicar con claridad los resultados obtenidos así como la falta de claridad en cuanto a la importancia de las funciones ecológicas para el bienestar humano.

Por lo anterior, son pocos los estudios que han logrado avances en la valoración económica de los usos de los recursos forestales. En este sentido, partiendo de la información existente y disponible sobre el valor económico de los recursos forestales a continuación se presenta una estimación económica de los recursos forestales que se verán afectados por el cambio de uso de suelo que se pretende.

i. Valor del depósito de carbono por hectárea

La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques, y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Climático de la Naciones Unidas. Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global (De Alba E. et al., 1998).

Pocos son los estudios que se han realizado respecto a la valoración de depósitos de carbono para los ecosistemas de nuestro país; dentro de los más importantes encontramos los estudios realizados por Muñoz, P.C. (1994), quien en su publicación titulada *The Economic Value of Mexican Biodiversity* reportó los valores de depósito de carbono/hectárea para los bosques mexicanos. Entre los resultados aportados en dicha publicación, se tiene que el reportado para el denominado bosque tropical siempre verde, mismo que alcanza valores de 3,600 dólares americanos por hectárea y que por sus características es el tipo de ecosistema de mayor afinidad al que se presenta en el sitio donde se pretende realizar el proyecto.

Se solicitan 421.23m² (0.042 ha) sobre palmar y duna costera; por lo que considerando el monto de depósito de carbono estimado por Muñoz P.C., (1994), el valor por hectárea para los recursos forestales del predio donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a 3,600 dólares; por lo que si consideramos que el área de cambio de uso de suelo del predio es una superficie total de 421.23m² (0.042 ha), el valor estimado de dicha afectación equivaldría a 151.2 dólares, los cuales a un tipo de cambio aproximado de 18.94 pesos mexicanos representarían un monto de \$2,863.73 pesos.

En este mismo sentido, es de considerarse el costo que trae consigo la liberación de carbono a la atmósfera por medio de la conversión de bosques hacia terrenos agrícolas o pastizales. De acuerdo con los datos presentados por CSERGE (1993) en su publicación "Economic Value of Carbón Sequestratio", se estima que el cambio de uso del suelo de una hectárea cubierta por bosque tropical siempre verde que se transformará en terreno agrícola o pastizal, generará una pérdida de 3,337 a 3,633 dólares respectivamente.

Tabla 32. Valores de Pérdida por cambio de uso de suelo por hectárea (dlls).

Ecosistema	Conversión a pastizal	Conversión a terreno agrícola
Templado caducifolio	693	643
Tropical caducifolio	1,887	1,863
Templado coníferas	3,436	3,410
Tropical siempre verde	3,633	3,337

Fuente. CSERGE, 1993.

Los costos para dicho análisis fueron obtenidos mediante modelos experimentales partiendo de parámetros de almacenamiento de carbono (ton C/ha) por hectárea y

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

estimando la liberación del carbono mediante un intervalo de liberación de 30 a 170 ton C/ha por el cambio en el uso del suelo.

Con base en lo anterior, y considerando que se la superficie de cambio de uso de suelo del predio en una superficie total de 421.23m² (0.042 ha), se procedió a definir los costos de reparación de daños si se aprovechara dicha superficie encontrándose que, si se pretendiera transformar el terreno a un área de pastizal, se estimaría un costo total de 152.6 dls, lo que considerando un tipo de cambio de 18.94 pesos por dólar, equivaldría a un gran total de \$2.889.98 pesos.

Aunado a lo anterior, se asocian los cambios de temperatura que produce la liberación a los impactos físicos que provoca, y a éstos se les asignan valores económicos. La deforestación de bosques y selvas trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos. Los costos de prevención o reparación de los daños causados por su pérdida o alteración, nos ofrecen una aproximación del valor de las funciones ecológicas que los bosques y selvas proporcionan.

El costo por el tratamiento de agua sería de 160 dólares por hectárea, y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación se encontraría alrededor de los 50 dólares por hectárea (cit. en UAES, 1997).

Con base en lo indicado en el párrafo anterior, los costos por el tratamiento de agua y el costo para evitar la salinización generada si se deforestaran las 421.23m² (0.042 ha) del predio, es de 8.8 dólares (0.042 ha X 210 dólares) que a un tipo de cambio aproximado de 18.94 pesos mexicanos correspondería a \$ 167.05 pesos.

ii. Valor farmacéutico

De acuerdo con los datos arrojados por el estudio del subsector forestal y de conservación de los recursos realizado en el año 1995 por el gobierno y el banco mundial, se estima que el valor farmacéutico de los recursos forestales del país podría relacionarse con valores que van desde los 26 y hasta los 4,600 millones de dólares anuales. Dicho estudio parte de la riqueza de especies farmacéuticas relacionadas con el bosque tropical húmedo (Grado de biodiversidad alta).

En el siguiente cuadro se presentan los valores por hectárea así como los valores totales para el bosque húmedo tropical y para todos los bosques del país.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 33. Valores farmacéuticos de cuasi-opción de los bosques mexicanos

<i>Grado de biodiversidad</i>	<i>Valor para el bosque húmedo tropical</i>		<i>Valor de todos los bosques</i>
	<i>(Dólares / ha / año)</i>	<i>Millones de dólares por año</i>	<i>Millones de dólares por año</i>
Bajo	1	5	26
Medio	6	66	332
Alto	90	875	4 646

Supuestos:
 5 mil especies es el menor número estimado de especies en bosques húmedos tropicales en México, y este valor mínimo se asignó a todos los tipos de bosques.
 Área forestal: 9.7 millones ha para los bosques húmedos tropicales; 51.5 millones ha para todos los bosques.
 La probabilidad de identificar una especie de valor es de 0.0005, tasa de regalía .05
 Límite inferior: tasa de apropiación = 0.1 valor de la droga = \$ 0.39 000 millones/año
 Límite medio: tasa de apropiación = 0.5 valor de la droga = \$ 1 000 millones/año
 Límite superior: tasa de apropiación = 1 valor de la droga = \$ 7 000 millones/año

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233

Partiendo del supuesto de que el bosque tropical subcaducifolio se relacione con un grado de biodiversidad alto, se tiene que el valor farmacéutico del área de cambio de uso de suelo corresponde con 91.8 dólares por hectárea por año (90 dólares x 0.042 ha) nos da como resultado 3.8 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de 18.94 pesos mexicanos corresponde a \$ 71.59 pesos.

iii. Valor de la actividad ecoturística

Los servicios recreacionales se han ido incrementando en los últimos años, representando una parte significativa del valor de uso de los bosques mexicanos.

Se estima que los ingresos anuales obtenidos por ecoturismo en el país podrían alcanzar entre 30 y 34 millones de dólares, esto de acuerdo con diferentes estimaciones realizadas sobre el valor que la población le otorga a la biodiversidad de distintas áreas eco turísticas del país (CSERGE, 1993).

En este sentido y para lograr determinar el valor económico del potencial ecoturístico del área de cambio de uso de suelo, se tomó como referencia el ingreso anual por hectárea que recibe la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an que se ubica en el Estado de Quintana Roo.

En este sentido 0.042 ha del área de cambio de uso de suelo se relaciona con un valor económico con motivo de una supuesta actividad ecoturística de aproximadamente 0.005 dólares anuales (0.042 ha X 0.11 dólares), lo cual a un tipo de cambio aproximado de 18.94 pesos mexicanos equivaldría a \$ 0.09 pesos.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 34. Ecoturismo actual y su potencial en seis tipos de bosques

<i>Turismo</i>	<i>Centro de recreación</i>	<i>Tipo de área</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Visitantes por año (años de referencia)</i>	<i>Precio pagado o disponibilidad a pagar (USD)</i>	<i>Ingreso anual (USD)</i>	<i>Ingreso anual por hectárea</i>
Ecoturistas	El Triunfo (Chiapas)	Reserva de la Biósfera	119 177	150 (1989-1991)	i) 17.15 ¹ ii) 75 ²	i) 2 572.5 ii) 11 250	i) 0.02 ii) 0.09
	Sian ka'an (Quintana Roo)	Reserva de la Biósfera	528 147 ³	500 (1989-1993)	115 ⁴	57 500	0.11
Turistas de destinos múltiples	Izta-Popo (México, Morelos, Puebla)	Parque Nacional	55	12 406	15 ⁵	12 406	225
	Lago Arareco (Chihuahua)	Complejo Ecoturístico	20 000	7 500 (1992-1993)	i) 3.336 ⁶ ii) 4.42 ⁷	i) 24 974 ii) 33 150	i) 1.24 ii) 1.65
	Mariposa Monarca (Michoacán)	Reserva Especial	16 110	47 500 (1986-1992)	i) 5 ⁸ ii) 30 ⁹	i) 237 500 ii) 1 425 000	i) 14.7 ii) 88.4
	Barranca del Cobre (Chihuahua)	Declarado Parque Nacional	450 000	55 000 (1992)	i) 3.27 ii) 8.20	i) 179 850 ii) 451 000	i) 0.40 ii) 1.01

Fuente: CSERGE, 1993, Working Paper 15, citado en El Banco Mundial, *Mexico Resource Conservation and Forest Sector Review* (Washington D.C.: The World Bank, 1995). i) Corresponde al precio real pagado; ii) Corresponde al precio disponible a pagar.

¹ Promedio individual estimado de gasto por servicios de transportación, comida y servicios de guía en un tour.

² Posible donación individual basada en el promedio del excedente del consumidor de \$470, calculado con un análisis de costo de viaje (Tourval 1992).

³ Este número se refiere únicamente a los visitantes de la reserva tomando el tour de un día en bote. El número total de visitantes es probablemente más alto, pero muchos de los visitantes entran a Sian Ka'an a través de muchas entradas que no están controladas (Bezauri 1993).

⁴ El precio de un día de tour en bote en la reserva.

⁵ Los números mayores se refieren solamente a los visitantes que pasan la noche, los cuales pagan una cuota de entrada menor a un dólar.

⁶ Cuota de entrada individual.

⁷ Cuota de entrada más el promedio ponderado de otros servicios adquiridos por los visitantes (alquiler de botes, bicicletas de montaña, caballos, espacio para acampar).

⁸ Admisión al santuario (adultos).

⁹ Precio promedio de un tour desde la ciudad de México (transportación, boleto de admisión).

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233

iv. Valor económico de los recursos forestales del predio por su propia existencia.

De acuerdo con De Alba *et al.*, (1998), existen estimaciones que consideran que las personas estarían dispuestas a pagar 10 dólares por hectárea para dejar como legado a futuras generaciones la supervivencia de los bosques nacionales.

En el cuadro siguiente se presenta evidencia del valor de existencia en distintas áreas de importancia para la conservación de México; el valor obtenido se relaciona con donaciones y compras de deuda con fines conservacionistas.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 35. Evidencias de valores de existencia en México

Cuadro 7.8. Evidencias de valores de existencia en México (CSERGE, 1993, citado por UAES, 1997)		
<i>Área</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Valor obtenido (USD)</i>
Selva Lacandona, Montes Azules en Chiapas (canje de deuda por naturaleza)	385 000	4 000 000
Reserva de la biósfera de Sian Ka'an en Quintana Roo (donaciones de organizaciones)	528 147	34 000
Sitios varios (donaciones de organizaciones)	No disponible	809 622
Barranca del Cobre en Chihuahua (encuestas a visitantes)	450 000	100 000
Varias áreas (contribuciones provenientes de los Estados Unidos de América)	190 869	5 528 809

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233

Considerando el supuesto anterior, y bajo la primicia de que se pudieran obtener 10 dlls/ha a través de terceros para lograr la conservación de las áreas naturales, se tiene que el valor para mantener la integridad de las mismas corresponde a 0.4 dólares (0.042 has x 10 dólares), lo cual a un tipo de cambio aproximado de 18.94 pesos mexicanos, correspondería a \$7.95 pesos.

v. Valor económico de las materias primas forestales

Según los datos generados por la SEMARNAT mediante el Programa Forestal y de Suelo, entre los años 1995 y 2000, el bosque templado mexicano cuenta con al menos 613 especies de plantas utilizables, que con el conocimiento y la tecnología actual podrían generar 1.17 millones de toneladas de biomasa con un valor en el mercado de 528 millones de dólares. El bosque tropical, con al menos 574 especies de plantas, podría generar 1.6 millones de toneladas de materia vegetal con un valor en el mercado de 729 millones de dólares.

Para la estimación de la valoración económica directa de los recursos forestales maderables existentes al interior del área de afectación se consideraron todos los individuos arbóreos con diámetro normal mayor a 10 cm ya que no había ejemplares de diámetros menores, cuyos parámetros dasométricos fueron recabados durante el inventario forestal realizado en el predio, tales como el diámetro normal a la altura del pecho, así como la altura total y comercial (fuste limpio) de cada individuo, considerando los siguientes criterios de comercialización por categoría diamétrica las especies y las condiciones actuales del tipo de vegetación del predio que corresponde a vegetación de palmar, y específicamente para la superficie solicitada para cambio de uso de suelo:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 36. Valor de las materias forestales arbóreas

Recursos	Producto o subproducto	Especie	Unidad	Área de desplante		
				VTA o individuos	Costos unitarios \$	Monto total (\$)
Vegetación de palmar	Palizada	Chechem	m ³	0.407	1400	569.71
		Chit		0.144	1400	201.12
		Coco		0.152	1400	213.02
				0.703		983.85

Con base en lo anterior se calculó que el valor que se puede obtener como materias primas forestales es un monto de \$983.85 pesos M.N.

Así mismo, se valoran las especies del estrato arbustivo y herbáceo por ejemplar tanto en la vegetación de palmar como en la duna costera, y asignándole un valor de \$50.00 pesos, por ser en su mayoría ejemplares de palmas:

Tabla 37. Valoración de las especies arbustivas y herbáceas

Estrato	No. de ejemplares en el área de CUSTF	Costo \$	Monto total \$
Arbustivo	308	50	15,400
Herbácea	562	50	28,200
	870	Total	43,600

Por lo tanto, el valor total económico de las materias primas forestales tanto en madera como en ejemplares es de \$44,538.85 pesos resultado de la suma del valor de las especies arbóreas más las especies arbustivas y herbáceas.

vi. Valor económico de las especies de fauna silvestre

De las referencias localizadas sobre la valoración de vertebrados silvestres en México, la mejor corresponde el estudio "Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de México" (Pérez-Gil Salcido R. et al., 1996). En él se hace una revisión minuciosa sobre la existencia de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) así como de su uso y valor económico asociado; no obstante, dicho estudio no llega a datos específicos sobre el valor económico de los vertebrados silvestres para sus diversos usos.

En el cuadro siguiente se presenta una valoración de los vertebrados silvestres con base en sus distintos usos. No obstante, cabe hacer mención que para muy pocas especies está regulado su uso o aprovechamiento, de tal forma que muchas de las actividades relacionadas con la utilización de las mismas se realizan fuera de las normas establecidas por la legislación mexicana, incluyendo la cacería, la extracción comercial de especímenes vivos y las colectas científicas y de aficionados.

Por lo tanto, para poder asignarle un valor económico a la fauna silvestre se evaluara el pago por servicios ambientales

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Para la estimación económica de la fauna, se tomó como base los valores que presenta la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) en sus reglas de operación del programa PRO-ÁRBOL 2014, en relación al concepto de pago por servicios ambientales en el concepto de apoyo más alto (Área 1).

En el cuadro que se presenta a continuación se observa la estimación económica de los servicios ambientales, del costo de los recursos biológicos en el área de cambio de uso de suelo:

Tabla 38. Estimación económica indirecta de los recursos biológicos del predio del proyecto.

Concepto	Costo unitario	Unidad	Superficie de afectación (ha)	Costo total del recurso biológico
Servicios ambientales: Hidrológicos	\$1,100	Hectárea	0.042	\$46.2

Sin embargo como el tiempo de ejecución del cambio de uso de suelo será por 100 años, a continuación, se estima el monto de los servicios ambientales que se generaría en ese lapso de tiempo, por lo cual tenemos que en 1 año se pagarían \$66.0 pesos, que multiplicados por 100 años tendríamos \$4,620.00 pesos por los servicios ambientales durante la vida útil del proyecto.

vii. Resumen de la valoración económica de los recursos biológicos del predio del proyecto.

De acuerdo con los análisis realizados en los apartados previos, el valor económico de los recursos biológicos del área sujeta al cambio de uso de suelo en una superficie de 421.23m² (0.042 ha), se estima en un monto aproximado de \$55,204.24 pesos, tal como se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 39. Resumen final de la estimación económica de recursos

Recurso biológico	Concepto de valoración	Total (\$) pesos mexicanos para 0.060 ha
Recursos forestales	Valor del depósito de carbono por hectárea	2,863.73
	Valor de los costos de restauración por la conversión de las áreas de cambio de uso de suelo a pastizales	2,889.98
	Valor de los costos por el tratamiento de agua y para evitar la salinización	167.05
	Valor farmacéutico	71.59
	Valor de la actividad ecoturística	0.09
	Valor por su propia existencia	7.95
	Materias primas forestales	44,583.85
	Valoración económica de fauna silvestre	4,620.00
	Total	55,204.24

II.2.10. Operación y mantenimiento.

Equipamiento:

Una vez concluida la construcción de la casa habitación, se procederá a realizar el equipamiento de la casa con los muebles necesarios para la comodidad de los usuarios en la vivienda. Para el transporte de los muebles y accesorios se prevé el uso de vehículos de carga incluyendo desde vehículos de tipo Pick up, hasta camiones de 5 toneladas de caja cerrada, para proteger las pertenencias que sean transportadas.

Ocupación de la Vivienda:

Al concluir con las actividades de construcción la vivienda será ocupada de forma intermitente por los dueños, ya que será una casa vacacional principalmente. Para mantener en óptimas condiciones de limpieza y funcionamiento se contará con servicio doméstico que se transportará diariamente hasta la casa habitación durante la estancia de los dueños, y cuando éstos no se encuentren el servicio será 2 o 3 veces por semana, sin que haya pernocta del personal en la casa.

Así también para mantener las instalaciones sanitarias, hidráulicas y eléctricas en óptimo funcionamiento se realizará una verificación general de las mismas por lo menos 2 veces al año.

II.2.11. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Debido a que la vida útil del proyecto se puede prolongar por un tiempo indeterminado al llevar a cabo labores de mantenimiento de las instalaciones, no se contempla el desmantelamiento ni abandono de las instalaciones.

II.2.12. Programa de trabajo.

Como se mencionó en el capítulo I, apartado 1.1.3, el proyecto se divide en 3 etapas a partir de la autorización del proyecto: Tal y como se describen a continuación:

Para la autorización del proyecto se realizará la tramitación de licencia municipal y firma de contrato transaccional notariado: Una vez obtenido el resolutivo se tramitarán las licencias municipales y se firmará el contrato transaccional notariado en el que autoriza a la SEMARNAT o al Municipio correspondiente a demoler a costo del propietario, las construcciones que sobrepasen la densidad de construcción establecida.

La etapa de cambio de uso de suelo que tendrá un tiempo estimado de **7 semanas**, previendo atrasos por cuestiones climáticas o por falta de acceso al predio, en esta etapa se realizarán las siguientes actividades:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

- **Delimitación de área de aprovechamiento.** Con el objetivo de mantener en buenas condiciones las áreas de conservación del proyecto, se delimitará el área de aprovechamiento del proyecto lo cual tomará aproximadamente 3 días, debido a las dimensiones que tendrá la obra la delimitación se hará con cinta de precaución únicamente y de ser necesario se colocaran malla electro soldada con malla sombra hacia el limite oeste del área de aprovechamiento para evitar una mala imagen por los trabajos de construcción a los visitantes de la reserva.
- **El rescate de la vegetación** en toda el área solicitada para realizar el cambio de uso de suelo, lo cual se estima tenga una duración de **2 semanas** ya que se realizará el movimiento de ejemplares adultos de palma chit (*Thrinax radiata*), así como algunas otras especies de plantas nativas que puedan ser rescatadas, dichas actividades se realizarán de acuerdo al programa de rescate y reubicación de flora anexo al presente estudio (Anexo técnico 1).
- **Rescate de fauna.** En el área solicitada para realizar el cambio de uso de suelo se aplicará el programa de rescate de fauna como medida de mitigación, esta actividad se realizará conforme avance el rescate de la vegetación y en las etapas de construcción y operación conforme al programa respectivo que se anexa al presente estudio (Anexo técnico 2).
- **El desmonte y despalme** se realizarán una vez terminado el rescate de la vegetación, comenzando por el área del camino de acceso, posteriormente en el área de construcción del humedal artificial, micro-planta de tratamiento y tinacos para el almacenamiento de agua potable: por último, se realizará el desmonte del área de desplante de la casa habitación y el área de maniobras perimetral a la casa; se estima que el desmonte tenga una duración de **4 semanas**.

La etapa de construcción tendrá una duración de 7 meses, y se iniciará una semana después de que se termine de realizar el rescate de la vegetación, el desmonte y despalme del área solicitada para el cambio de usos de suelo.

La etapa de operación del proyecto tendrá una duración aproximada de 100 años, misma que podría ampliarse al dar el mantenimiento adecuado a las instalaciones.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

En la siguiente tabla se presenta el programa de obra del proyecto.

Tabla 40. Programa de obra del proyecto

Concepto	Programa de Obra									operación	
	Meses									Años	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	50 años	
Tramites y Licencias Municipales y Estatales	■	■									
PRELIMINARES											
Delimitación del área de aprovechamiento con malla electrosoldada y malla sombra		■									
Instalación de baños portátiles		■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Limpieza de baños portátiles		■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Rescate de vegetación		■									
Mantenimiento de ejemplares rescatados		■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Desmonte, despalde y preparación del terreno.		■	■	■							
Almacén de materiales y bodega de herramientas		■	■								
Instalación de microplanta de tratamiento y Construcción humedal artificial		■	■								
OBRA CIVIL											
Cimentación		■	■	■							
Estructura		■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Albañilería		■	■	■	■	■	■	■	■	■	
ACABADOS											
Pintura y recubrimientos						■	■	■	■	■	
Aluminio y Cristal						■	■	■	■	■	
Carpintería						■	■	■	■	■	
Obra exterior						■	■	■	■	■	
Reforestación de áreas con vegetación producto del rescate						■	■	■	■	■	
Mantenimiento de ejemplares reforestados						■	■	■	■	■	
INSTALACIONES											
Eléctrica		■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Hidrosanitaria		■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Especiales						■	■	■	■	■	
DETALLES FINALES											
retiro de residuos solidos urbanos del área de trabajo y de la ZOFEMAT		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Punch List							■	■	■	■	

II.2.13. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera.

Los proyectos de desarrollo de infraestructura conllevan impactos negativos al ambiente como es la generación de residuos sólidos líquidos, para lo cual se desarrollan estrategias para minizar la generación de residuos y hacer un óptimo manejo de éstos con el fin de que los residuos valorizables tengan como destino final algún centro de reciclaje y que a los no valorizables se les dé un destino final adecuado, ya sea en el relleno sanitario como es el caso de los residuos sólidos, o en una planta de tratamiento como es el caso de los residuos líquidos.

Para cumplir con este objetivo la empresa promovente implementará un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos (Anexo técnico 3) que asegure un buen manejo de los residuos generados durante cada una de las etapas del proyecto y de concientizar a los trabajadores sobre la importancia de reducir, separar y hacer una adecuada disposición de los residuos, por medio de las siguientes estrategias:

a) Estrategias para el adecuado manejo de los residuos sólidos durante las etapas de preparación y construcción:

- Se equipará el área de trabajo con recipientes con bolsa de polietileno para la adecuada disposición de los residuos sólidos, el tamaño de los recipientes dependerá de la generación de residuos que tenga el proyecto y se contará con el número adecuado, con el fin de que estos no sobrepasen la capacidad máxima de almacenamiento permitida (80%); además de ser posible se colocarán recipientes con la siguiente gama de color: **verdes** para restos de comidas, cáscaras de frutas y jardinería; **azules** para plástico en sus diversas categorías; **Blanco** vidrio; **grises** para Metales; **rojos** para residuos peligrosos; **amarillo** para Papel y cartón y **negros** para residuos que no son susceptibles a reutilizarse y/o reciclarse incluyendo residuos sanitarios. Los residuos no valorables serán retirados por el servicio de limpia municipal del Municipio de Tulum, mismo que presta servicio dentro de la Reserva, mientras que los valorables serán llevados a centros de reciclaje autorizados o al reciclaje del Municipio de Tulum, en lo que respecta a los residuos peligroso, estos serán enviados a donde la autoridad competente lo indique.



Figura 23. Ejemplo de recipientes para una correcta separación de los residuos.

Se colocarán letreros informativos y restrictivos en el área de trabajo.



Figura 24. Ejemplo de letreros restrictivos e informativos.

El encargado de obra informará diariamente al personal sobre la obligación de cada uno de ellos de realizar la correcta disposición y separación de los residuos y de la importancia que tiene la reducción, reutilización y reciclaje de los mismos.

Se supervisará diariamente que las áreas de trabajo se mantengan libres de residuos al terminar la jornada laboral.

Estrategias para el adecuado manejo de los residuos líquidos durante las etapas de preparación y construcción:

Se contará con baños portátiles tipo *sanirent* en proporción de 1 por cada 10 trabajadores, realizándose el retiro de éstos residuos de acuerdo a la periodicidad necesaria; también se contará con un lavabo provisional conectado a un contenedor para el acopio temporal de aguas jabonosas, las aguas serán retiradas del predio por la empresa que se encargue de la limpieza de los sanitarios portátiles.

Una vez instalada la micro-planta de tratamiento o biodigestor, se construirá y conectará a este un baño provisional para que sea usado por los trabajadores; también se conectará a la micro-planta de tratamiento la tubería del lavabo provisional.

Estrategias para el adecuado manejo de los residuos sólidos durante las etapas de operación:

Se equipará la casa habitación con recipientes con bolsa de polietileno para la adecuada disposición de los residuos, el tamaño de los recipientes dependerá de la generación de residuos que se genera, y se contará con el número adecuado con el fin de que estos no sobrepasen la capacidad máxima de almacenamiento permitida (80%), se colocarán recipientes con la siguiente gama de color: **verdes** para restos de comidas, cáscaras de frutas y jardinería; **azules** para plástico y vidrio y Metales; **amarillo** para Papel y cartón y **gris** para residuos que no son susceptibles a reutilizarse y/o reciclarse incluyendo residuos sanitarios ya que estos serán retirados por el servicio de limpia municipal del Municipio de Tulum, mismo que presta servicio dentro de la Reserva. (Ejemplo de contenedores con tapa en la

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Figura 23). Los residuos no valorables serán retirados por el servicio de limpia municipal del Municipio de Tulum, mismo que presta servicio dentro de la Reserva, mientras que los valorables serán llevados a centros de reciclaje autorizados o al reciclato del Municipio de Tulum, en lo que respecta a los residuos peligroso, estos serán enviados a donde la autoridad competente lo indique.

- Se colocarán letreros restrictivos en el camino Tulum-Punta Allen sobre la prohibición de tirar residuos. (Ejemplo de letreros en la Figura 24).
- Se realizará limpieza de las áreas de conservación para mantenerlas libres de residuos sólidos urbanos.
- Se supervisará periódicamente que el área para el almacenamiento temporal de residuos que se colocará junto a la carretera se mantenga en buenas condiciones para que la fauna no tenga acceso a los residuos.

Estrategias para el adecuado manejo de los residuos líquidos durante la etapa de operación.

Durante la etapa de operación se contará con 3.5 baños cada uno con su lavabo, así también se tendrá una tarja en la cocina y una lavadora, estos servicios estarán conectados a la micro-planta de tratamiento como primer sistema de tratamiento, posteriormente el agua será enviada a un humedal artificial como un segundo tratamiento, en lo que respecta a la alberca el agua se cambiara cada 1 o 2 años y está agua será enviada a la micro-planta de tratamiento paulatinamente durante el tiempo que la casa no esté siendo ocupada por los dueños.

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

Para demostrar el cabal cumplimiento de cada una de las disposiciones establecidas en materia ambiental y regulación de uso de suelo, se realiza la vinculación del proyecto con las leyes, reglamentos, programas, ordenamientos, normas ambientales, así como convenios internacionales vigentes.

A continuación se realiza la vinculación con los ordenamientos jurídicos en los tres niveles de gobierno, demostrando que el proyecto cumple cabalmente con cada uno de las disposiciones establecidas en las leyes mexicanas, así como de convenios internacionales.

La vinculación del proyecto se realizó partiendo por las leyes y sus reglamentos, posteriormente se realiza la vinculación del programa de ordenamiento ecológico, con decretos y programas y finalmente con normas oficiales.

III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES.

III.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

A continuación, se transcriben los artículos relevantes para el análisis de la vinculación del proyecto a la legislación vigente, señalando la forma en que el Promovente y el proyecto cumplen con lo señalado en la LEEGPA (Última reforma publicada DOF 09-01-2015).

SECCIÓN V.- Evaluación del Impacto Ambiental

ARTÍCULO 5 Son facultades de la Federación:

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o Actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes

Dando cumplimiento con el presente Artículo y su párrafo X, la empresa promotora presenta ante esta H. Secretaría, el Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de uso de suelo forestal modalidad B Particular, para su evaluación y autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades, así cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

ARTÍCULO 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

Párrafos VII, IX Y XI.

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;...

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;...

XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; ...

ARTÍCULO 30. *Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos. en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la Manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.*

La empresa promovente presenta ante esta H. Secretaría, el Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de uso de suelo forestal modalidad B Particular, con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en el presente artículo y sus numerales VII, IX y XI, así como al artículo 30, y obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a que se refiere el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y al Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, así como con lo establecido el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010.

ARTÍCULO 64 BIS 1.- *La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, podrán otorgar a los propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, y demás personas interesadas, concesiones, permisos o autorizaciones para la realización de obras o actividades en las áreas naturales protegidas; de conformidad con lo que establece esta Ley, la declaratoria y el programa de manejo correspondientes.*

Los núcleos agrarios, pueblos indígenas y demás propietarios o poseedores de los predios en los que se pretendan desarrollar las obras o actividades anteriormente señaladas, tendrán preferencia para obtener los permisos, concesiones y autorizaciones respectivos. (Artículo adicionado DOF 13-12-1996).

Tal y como se mencionó en el capítulo I, la empresa promovente es la legítima dueña del predio tal y como consta en la Escritura Pública No. 128,745 (ciento veintiocho mil setecientos cuarenta y cuatro), Libro 2,400 (dos mil cuatrocientos), (anexo 1) por lo cual tiene preferencia para obtener permisos, concesiones y autorizaciones respectivas.

Artículo 83. *El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.*

Durante la fase de construcción se utilizarán únicamente materiales pétreos, madera y agua provenientes de distribuidores autorizados. Con respecto a las especies protegidas que se presentan en el predio como lo es la palma chit (*Thrinax radiata*), antes de iniciar el desmonte del predio se aplicará el programa de rescate y reubicación de flora en los individuos que se verán afectados por el cambio de uso de suelo, dichos ejemplares se utilizarán para enriquecer 117.89 m² de áreas verdes ajardinadas con plantas nativas. Cabe destacar que la vegetación de manglar no será afectada ya que en el lado oeste del predio no se realizara ninguna obra. Para el caso de la fauna, la Iguana Rayada es una especie de

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

rápido desplazamiento y muy adaptable a la presencia de humanos, por lo cual no se prevé que se vea afectada ya que las áreas que quedaran como conservación en el predio son muy extensas.

Artículo 98.- *Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:*

I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;

IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;

VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

El cambio de uso de suelo del área de aprovechamiento solicitada para el desarrollo del proyecto, es acorde a los establecido en el programa de ordenamiento ecológico de la zona costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, así como con el Programa De Manejo De La Reserva De La Biosfera Sian Ka'an, el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, tal y como se demuestra en los apartados.

Artículo 110.- *Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:*

II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Las principales emisiones a la atmósfera se presentarán en la fase de preparación del sitio y principalmente en construcción, las cuales se generarán a partir del uso de equipos y vehículos, dicho equipamiento se realizará a través de la renta de los servicios especializados por lo que se verificará que cuenten en óptimas condiciones para evitar que las emisiones sobrepasen los límites máximos permisibles de acuerdo a la normatividad.

Artículo 117. *Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:*

I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;

II.- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

III.- El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y

V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

ARTICULO 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

En cumplimiento al presente artículo y sus apartados, las aguas residuales pasarán por un sistema de tratamiento conformado por una micro-planta de tratamiento con capacidad para 1,400 litros), las aguas resultantes de ese tratamiento serán dirigidos hacia el humedal artificial de 10 m² contemplado en el proyecto. El agua tratada cumple con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-002-SEMARNAT-1996 de acuerdo a los siguientes parámetros. (Se muestran el reporte de análisis en Anexo 6):

Tabla 41. Muestra de análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Parámetro	Método de prueba	Resultados M1	Incertidumbre k=2 +/-	Unidades
Coliformes fecales	NMX-AA-042-1987	46,417,71	N.A.	NMP/100 mL
Grasas y aceites	NMX-AA-005-SCFI-2013	<3,98	N.A.	mg/L
Sólidos sedimentables	NMX-AA-004-SCFI-2013	<0,3	N.A.	mg/L
Sólidos suspendidos totales	NMX-AA-034-SCFI-2001	12,98	3,38	mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno	NMX-AA-028-SCFI-2001	57,04	0,65	mg/L
Nitrógeno total	NMX-AA-026-SCFI-2010	21,54	2,38	mg/L
Fósforo total	NMX-AA-029-SCFI-2001	<4,00	N.A.	mg/L
pH medido a 28 °C	NMX-AA-008-SCFI-2011	8,11	0,03	UNIDADES
Materia flotante	NMX-AA-006-SCFI-2010	AUSENTE	N.A.	N.A.
Demanda química de Oxígeno	NMX-AA-030/1-SCFI-2012	64,08	5,13	mg/L
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2013	28	0,82	°C

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

- I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
- II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
- III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

En las diferentes etapas del proyecto se contarán con las medidas ya descritas en el capítulo dos, para evitar contaminación al suelo por desechos sólidos o líquidos, ya sean peligrosos o no y se aplicará el Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos. (Anexo técnico 3).

III.1.2. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Artículo 5 *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

O) cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas Áridas:

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y

III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros e inciso.

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de: ...

S) Obras en áreas naturales protegidas

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, con excepción de:...

Artículo 9. *Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.*

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.

La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

Dando cumplimiento con los artículos antes mencionados, así como con lo establecido en el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, la empresa promovente presenta ante esta H. Secretaria, el Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de uso de suelo forestal modalidad B Particular, con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en el presente artículo y sus incisos O, Q y S, así como la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a que se refiere el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y al Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010.

III.1.3. Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.

ARTICULO 81. *En las áreas naturales protegidas sólo se podrán realizar aprovechamientos de recursos naturales que generen beneficios a los pobladores que ahí habiten y que sean acordes con los esquemas de desarrollo sustentable, la declaratoria respectiva, su programa de manejo, los programas de ordenamiento ecológico, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables.*

En cumplimiento con el presente artículo, se cumple con lo establecido en el presente criterio, primero por la compraventa del terreno, y por las actividades en las etapas de construcción y operación que genera empleos para los habitantes de Tulum y Punta Herrero, además de que se generaran ingresos al Municipio de Tulum por concepto de pago del impuesto predial, mismo que con la construcción de la casa habitación será mayor al actual. El proyecto también cumple con lo establecido en los programas de ordenamiento ecológico y programas de manejo de la Reserva, así como con las normas y reglamentos oficiales aplicables el proyecto tal y como se describe en este capítulo.

ARTICULO 88. *Se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades:*

VII. Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del artículo 28 de la Ley;

En cumplimiento con el artículos antes mencionado, así como con lo establecido en el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, la empresa promovente presenta ante esta H. Secretaria, el Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de uso de suelo forestal modalidad B Particular, con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en el presente artículo y sus incisos O, Q y S, así como la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a que se refiere el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y al Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010.

III.2.1. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003, Última reforma publicada DOF 26-03-2015, que señala:

TITULO QUINTO.- DE LAS MEDIDAS DE CONSERVACIÓN FORESTAL

CAPITULO I.- Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales

ARTICULO 117. *La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.*

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. (Párrafo reformado DOF 20-05-2013).

Para poder realizar el proyecto, se requerirá realizar la remoción de vegetación únicamente en los sitios de cambio de uso de suelo con el fin de no comprometer la biodiversidad del sitio, ni provocar la erosión de los suelos, ni el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; para lo cual se llevará a cabo la implementación de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos sobre suelo, flora y fauna presentes en el predio, mediante los diferentes programas que acompañan al presente estudio, cabe señalar que en el predio no se han presentado incendios por lo menos en los últimos 20 años, y que el proyecto es congruente con los usos de suelo permitidos en los programas y planes de manejo aplicables al predio.

III.2.2. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Los artículos que le corresponde cumplir al proyecto son:

Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Nota de vigencia: Las reformas al artículo 4; el segundo párrafo del artículo 119; el tercer párrafo del artículo 120; la fracción V del artículo 122 y el artículo 123; y las adiciones de las fracciones I Bis y I Ter al artículo 2; un cuarto párrafo al artículo 120; un segundo párrafo al artículo 125 y un artículo 174 Bis, publicadas en el DOF 31-10-2014, entrarán en vigor el 2 de marzo de 2015.

ARTICULO 120 *Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría., el cual contendrá lo siguiente.*

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;*
- II. Lugar y fecha;*
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y*
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.*

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

Artículo 121.- Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente: (...)

En cumplimiento al presente artículo y con lo establecido en el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, la empresa promovente presenta ante esta H. Secretaria, el Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de uso de suelo forestal modalidad B Particular, con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en el presente artículo Acompañan al presente estudio el acta constitutiva de la empresa promovente, la identificación oficial y poder del representante legal de la empresa promovente, el título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponde, dichos documentos se presentan en copia simple y certificada para su cotejo (Anexo: documentación legal).

III.3.1. Ley General de Vida Silvestre.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, Última reforma publicada DOF 26-01-2015

TÍTULO V. DISPOSICIONES COMUNES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE

CAPÍTULO I. DISPOSICIONES PRELIMINARES

Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.

Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

El promovente no pretende realizar el aprovechamiento de ejemplares de vida silvestre presentes en el predio del proyecto, en favor a garantizar la conservación de la vida silvestre del predio se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna del anexo 2, en anexos técnicos, además de llevar a cabo las siguientes acciones.

- En las zonas con cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF), se llevará a cabo el rescate selectivo de la vegetación especialmente de las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como la palma chiit (*T. radiata*). Los ejemplares rescatados de esta y de las demás especies propuesta para, se resguardarán en un área de acopio temporal y tras un período de recuperación se reintroducirán al interior de los espacios verdes proyectados.
- En lo que respecta a la fauna dentro del predio únicamente se encontró una especie enlistada en la Norma, *Ctenosaura similis* (iguana rayada), por lo que se anexa al presente el Plan de acciones para la conservación de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo técnico 4) donde se incluyen las distintas especies enlistadas que se registraron en el sistema ambiental.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

- Solamente se realizará el desmonte de vegetación sobre la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo 421.23 m² (05.56 % del predio), aunado al rescate de vegetación no se propiciará que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción, ni afectarán directamente poblaciones de especies en algún estatus de protección.
- El proyecto incluye la conservación de zonas naturales al interior del predio, y únicamente se realizará el cambio de uso de suelo de 421.23 m² (05.56 % del predio), más la superficie desprovista de vegetación que será utilizada 26.62 m² (0.35 % del predio) y los 622.31 m² del camino Tulum - Punta Allen (8.21 % del predio) suman en total 1,070.17 m², equivalentes al 14.12 % de la superficie total del predio, de los cuales se realizará un ajardinado en una superficie de 117.89 m² (1.56 % con respecto al predio) dejando como áreas de conservación 6,508.75 m² (85.88 % del predio).
- La vegetación rescatada se utilizará para enriquecer 117.89 m² de áreas verdes ajardinadas con plantas nativas (solicitado dentro del área de maniobras).
- En lo que respecta a la presencia de fauna silvestre se llevarán a cabo actividades de ahuyentamiento de fauna para su desplazamiento fuera del área de aprovechamiento de acuerdo al programa de rescate y reubicación de fauna y el plan de acciones para la conservación de especies en la NOM- 059 (Anexos 2 y 4 de Anexos Técnicos), en el caso que sea necesario, se llevara a cabo la captura y liberación inmediata de ejemplares en las zonas de conservación del predio retirado del área de obra a fin de reducir el riesgo de afectación o daño por el encuentro con cuadrillas de trabajadores y maquinaria.

III.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA ZONA COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN.

El predio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental número 7, del Programa De Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera De La Reserva De La Biosfera De Sian Ka'An, Publicado, publicado en el Periódico Oficial del estado Libre y Soberano de Quintana Roo el 14 de mayo del año 2002, De acuerdo al POET esta UGA tiene una política de conservación.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

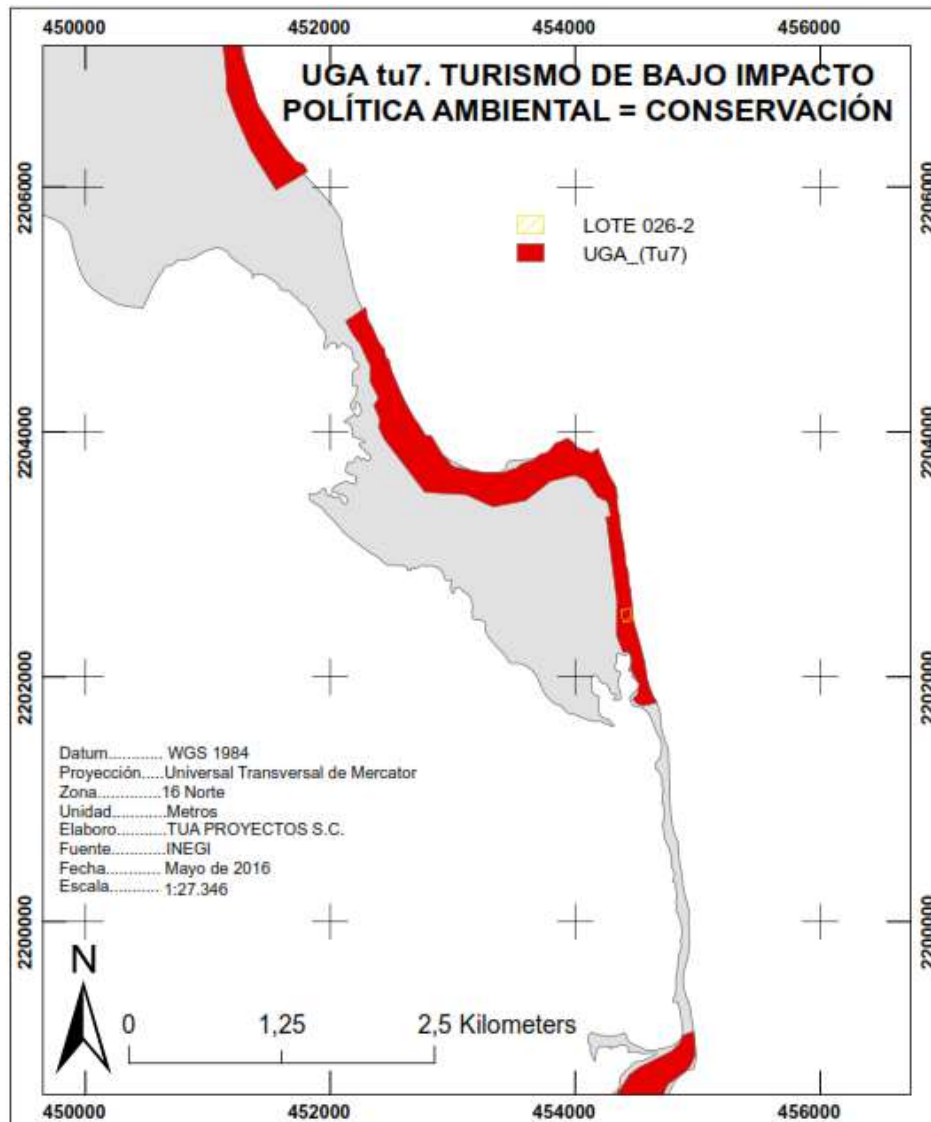


Figura 25. Ubicación del predio en el Programa De Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera De La Reserva De La Biosfera De Sian Ka'an.

Tabla 42. Usos de la UGA Tu7 a la que corresponde el proyecto.

CLAVE UGA	POLÍTICA	USO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO CONDICIONADO	USO INCOMPATIBLE
Tu7	Conservación	Turismo de bajo impacto	Flora y fauna	Infraestructura Asentamientos humanos Pecuario	Industria Centro de población Minería Agricultura

Los criterios que debe de cumplir el proyecto son los Generales, y los criterios que le corresponden al uso de suelo a realizar, señalados en la siguiente tabla:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 43. Resumen de criterios de ordenamiento ecológico para la región costera de la reserva de la biosfera Sian Kaan

Criterios de ordenamiento ecológico que le corresponden a la UGA Tu7.	
Acuacultura	2, 3
Agricultura	2, 3
Asentamientos humanos	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,
Construcción	4,5,6,7,8,9,10,11
Equipamiento e infraestructura	1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,26,27,28,29,31,33,34,35,36,37,38.
Flora y fauna	1,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16,17,18,19,20,21,22
Forestales	1,2,3,4,5
Industria	1,2
Manejo de ecosistemas	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,24,26
Pecuario	1,2,3,4
Turismo	1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15,20,21,22, 23,24,26,27,28,29,30

Tabla 44. CRITERIOS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARA LA REGIÓN COSTERA DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN.

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
Acuacultura		
AC2	<i>Sólo se permiten instalaciones de apoyo a proyectos de acuacultura con especies nativas, estos requerirán la presentación de un estudio de impacto ambiental en modalidad específica.</i>	No aplica al proyecto, no se realizarán actividades de acuacultura.
AC3	<i>La superficie de aguas nacionales utilizada para acuacultura por el promovente, no podrá superar la superficie de su(s) predio(s). En caso que se opte por este uso, los predios no podrán usar servidumbres voluntarias para ejercer densidades de construcción en tanto ocupen la superficie acuática en acuacultura.</i>	Se proyecta la construcción de una casa habitación unifamiliar vacacional.
Agricultura		
AG2	<i>Sólo se permite la producción de hortalizas para consumo dentro del mismo predio</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente proyecto, en caso de sembrar hortalizas estas únicamente serán para consumo de los propietarios de la casa y se ubicarán dentro del predio del proyecto.
AG3	<i>El uso de fertilizantes y plaguicidas deberá ajustarse a las Normas Oficiales Mexicanas Respectivas, además de la autorización de la CONANP. El uso de plaguicidas al interior de las viviendas, deberán de ser de baja permanencia en el ambiente.</i>	En caso de usar fertilizantes y plaguicidas únicamente se hará uso de productos orgánicos biodegradables.
Asentamientos humanos		
Ah5	<i>En los predios de menos de 50 m de frente al Mar Caribe, aquellos que no tengan frente a este o aquellos con menos de media hectárea,</i>	No aplica al proyecto, el predio cuenta con un frente de 100 metros, con 7,578.92 m ² de superficie.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	<i>se podrá construir una casa habitación de hasta 75 m² de superficie construida y un máximo de 1.5 baños</i>	
Ah6	<i>Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 50 m o mayor, y más de media hectárea sólo podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 100 m² de superficie construida y un máximo de 2.5 baños y una cocina.</i>	
Ah7	<i>Los predios de propiedad privada con un frente de playa menor a 100 m y al menos una hectárea podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida y un máximo de 2.5 baños y una cocina.</i>	
Ah8	<i>Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con menos de 1 ha podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 200 m² de superficie construida y un máximo de 3.5 baños y una cocina.</i>	<p>El predio cuenta con un frente de 100 metros lineales y una superficie de 7,578.92 m², por lo que la casa habitación tendrá una superficie de construcción de 192.99 m² la cual se divide en los rubros señalados en la Tabla 9:</p> <p>Como se puede ver la casa habitación contará con una superficie de construcción de 192.99 m², en la cual se incluye la superficie de tres baños completos y un medio baño.</p> <p>En el segundo nivel de la casa se tendrá una alberca de 41.89 m² que no se contabilizan como área techada.</p> <p>Adicional a la superficie de construcción de la casa habitación, el proyecto contempla obras asociadas no techadas, descritas en la Tabla 10.</p> <p>En total el proyecto ocupará una superficie de desplante de 447.86 m².</p> <p>En la siguiente imagen muestra la distribución de los 447.86 m² que ocupará el proyecto (ver detalle en plano 2 de anexo planos).</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

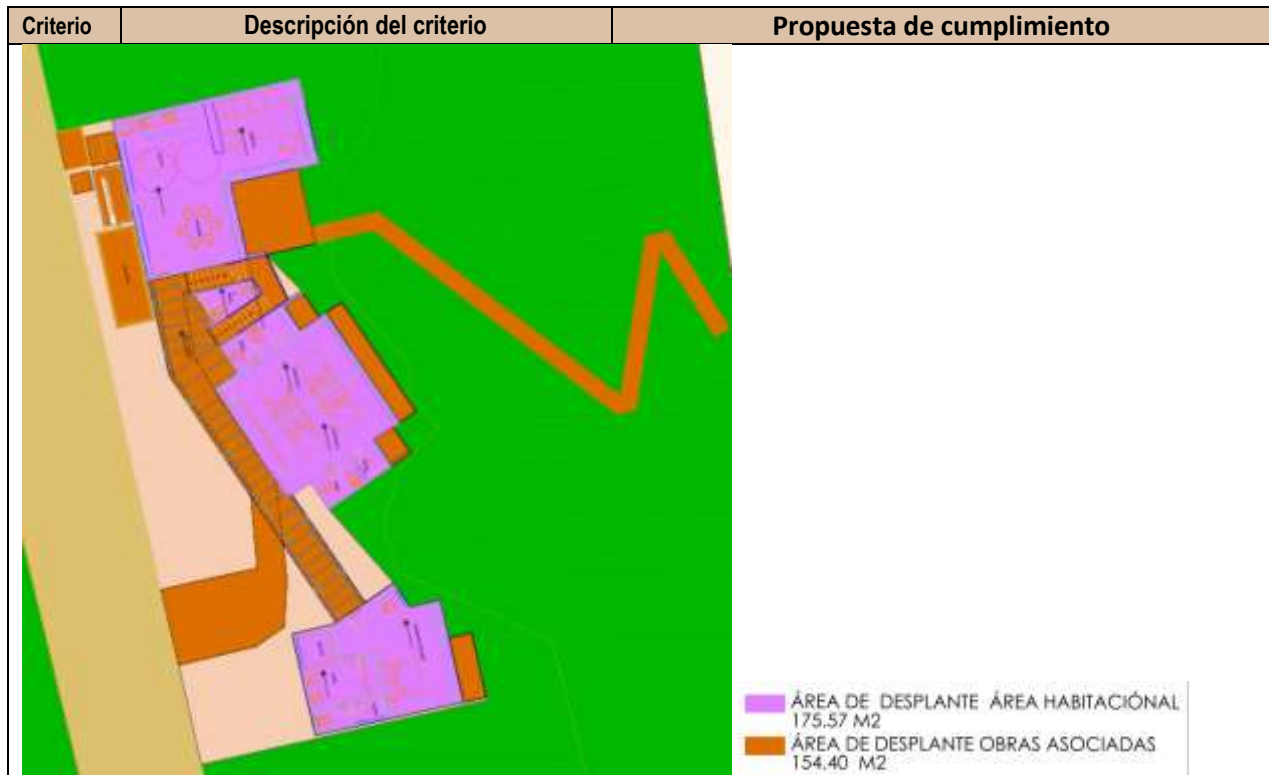


Figura 26. Detalle de la superficie ocupada por la casa habitación y las áreas adicionales no techadas.

Ah9	<p><i>Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y entre 1 a 2 has podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 300 m2 de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina.</i></p>	<p>No aplica al proyecto, el predio cuenta con un frente de 100 metros y 7,578.92 m² de superficie.</p>
Ah10	<p><i>Los predios de propiedad privada con un frente de playa de 100 m o más y con más de 2 has. Podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400 m2 de superficie construida y un máximo de 4.5 baños y una cocina.</i></p>	
Ah11	<p><i>No se permitirán construcciones adicionales para servicio y resguardo de instalaciones (encargado o velador). En su caso, estas instalaciones deberán estar adosadas a la casa o construcción principal y sumarse en la superficie de construcción autorizada.</i></p>	<p>No se realizara este tipo de construcción, el personal de servicio se trasladará hacia el predio diariamente cuando la casa esté ocupada, esto mediante el transporte colectivo que presta servicio dentro de la reserva, y cuando la casa no esté siendo utilizada será 2 o 3 veces a la semana.</p>
Ah12	<p><i>La superficie de los predios libre de construcción, será destinada a la conservación de las condiciones naturales del sitio, para lo cual, previo a la autorización de la SEMARNAT para el desarrollo, el propietario firmará un contrato transaccional notariado en la que autoriza a la SEMARNAT o al Municipio correspondiente a demoler a costo del propietario, las construcciones que sobrepasen la densidad de construcción establecida. O bien</i></p>	<p>En cumplimiento a este criterio se solicita que la SEMARNAT condicione la autorización del proyecto a la presentación del contrato transaccional notariado en el que autoriza a la SEMARNAT o al Municipio correspondiente a demoler a costo del propietario las construcciones que sobrepasen la densidad de construcción establecida. Cabe mencionar que ya se inició con el trámite para obtener el contrato transaccional notariado.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	<i>podrá establecerse una servidumbre voluntaria en favor de la Reserva que favorezca la obtención de dicho objetivo.</i>	
Ah13	<i>Queda prohibida la subdivisión de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de ésta división, no cuente con un mínimo de 100 m de frente al Mar Caribe.</i>	Como se menciona en la escritura número 128,745, párrafo II, de la sección correspondiente a antecedentes (Anexo 1); que originalmente el predio rústico denominado Punta San Juan fracción IV, del Municipio de Solidaridad (Ahora Municipio de Tulum), Estado de Quintana Roo; que por escritura número 391 se hizo constar la subdivisión del inmueble, del cual resultaron seis predios todos con un frente de playa de 100 m; de dicho antecedente se da origen al predio Lote 026-2 con un frente de playa de 100 m.
Ah14	<i>No se autorizará construcción alguna en lotes subdivididos con fecha posterior a la entrada en vigor del presente instrumento, que no cuenten con las características arriba establecidas.</i>	El predio del proyecto cuenta con un frente de playa de 100 m, tal y como consta en la Escritura Pública del predio (anexo 1).
Ah15	<i>Sólo se permite la subdivisión de lotes menores de 100 metros de frente de playa, cuando la(s) superficie(s) menores de 100 m de frente de playa resultantes de la división, sea con fines de donación al patrimonio de la Reserva.</i>	No se realizarán más subdivisiones, el predio cuenta con un frente de playa de 100 m y no será dividido.
Ah16	<i>Las donaciones de superficies en favor del patrimonio de la Reserva, no afectarán las densidades o derechos de casa habitación, servicios o infraestructura turística otorgados a los predios en sus superficies originales.</i>	No se contempla realizar la donación de superficies en favor del patrimonio de la Reserva.
Ah17	<i>Se permite la fusión entre predios de propiedad privada.</i>	No aplica al proyecto ya que no se realizará la fusión de predios.
Ah18	<i>No se permite la construcción de viviendas, ni infraestructura permanente para hospedaje o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares.</i>	El predio cuenta con un cordón de duna con 2 crestas cuya altura máxima es de 7.5 m.s.n.m., la primer cresta de la duna se ubica en el norte del predio casi en la colindancia con el lote 26-2, la segunda cresta de 7.5 m.s.n.m. se ubica en en la parte central del predio frente a la parte norte de la casa, entre esta cresta y la casa hay una distancia de 4.10 m aproximadamente, frente a la parte sur de la casa hay otra cresta de duna, esta tiene una altura de 7.0 m.s.n.m. de altura y entre la casa y esta cresta existe una distancia aproximada de 7.39 m. Como se puede apreciar en la siguiente imagen la casa habitación y las terrazas se ubicarán detrás de la cota de los 5.5 m.s.n.m. en la parte centro y norte, mientras que en la porción sur se ubicará de la cota de los 5 m.s.n.m. hacia atrás, por lo que se cumple con el presente criterio al quedar la construcción de la casa detrás de

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		las crestas del cordón de duna y no entre la cresta y el litoral, así también se cumple con la restricción de construcción en lo respecta al sistema acuático y el límite de distribución del manglar, ya que entre el manglar y la casa habitación se encuentre al camino Tulum Punta Allen.



Figura 27. Ubicación de la construcción respecto al parteaguas de la duna.

Construcción		
C4	<i>No se permite la utilización de explosivos.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se utilizarán explosivos en ninguna de las etapas del proyecto.
C5	<i>Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento y deberá presentar un programa de restauración de sitio.</i>	Debido a la ubicación del predio se contempla la instalación de un campamento de obra, por lo que, en cumplimiento al presente criterio, se anexa el programa de rescate y reubicación de flora y restauración de área de ajardinado. En dicho programa se incluyen las áreas desprovistas de vegetación actuales, que no serán aprovechadas.
C6	<i>No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, todo el material que se utilice para la construcción del proyecto se ira almacenando en el área de maniobras más cercana al camino de acceso del proyecto y se



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		irán moviendo conforme se avance en la construcción.
C7	<i>Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.</i>	<p>Como medidas de prevención se contemplan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar que toda maquinaria que ingrese al predio se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento. ✓ Se retirará del predio y de la reserva toda maquinaria que comience a tener mal funcionamiento. ✓ No se realizará mantenimiento ni reparación de maquinaria dentro del predio o de la reserva. ✓ En la etapa de operación se evitará el vertido de aceites vegetales, grasas animales de cualquier otra índole a las coladeras de la cocina, o de los baños, se hará uso de recipientes de plástico con cierre hermético para el resguardo temporal del este tipo de sustancias y serán llevadas al centro de reciclaje más cercano.
C8	<i>El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos</i>	Los materiales pétreos se mantendrán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de los mismos, así también se les exigirá a los transportistas que todo material pétreo sea transportado en camiones cubiertos con lonas o los materiales húmedos.
C9	<i>Los permisos de construcción se otorgarán en dos fases. La primera será para las instalaciones dedicadas al manejo sanitario de las aguas servidas y solo una vez supervisado el cumplimiento de la normativa establecida por los criterios específicos se otorgará la autorización para iniciar la edificación de la construcción habitacional o de servicios.</i>	Tal y como lo dicta el presente criterio las obras se construirán en 2 etapas, la primer etapa consistirá en la instalación de la infraestructura que servirá para el manejo sanitario de las aguas servidas, una vez terminada esta etapa, la empresa promovente dará aviso a la autoridad correspondiente para su valoración, una vez obtenido el visto bueno de la autoridad para estas instalaciones se procederá a iniciar la construcción de la casa habitación y sus demás obras de apoyo.
C10	<i>Toda obra pública o privada (incluyendo excavación, cimentación, demolición o construcción) en predios que cuenten con vestigios arqueológicos o adyacentes a estos, requieren adicionalmente la autorización del INAH.</i>	En el predio no hay vestigios arqueológicos, y tampoco se ubica adyacente a estos, no requiere autorización del INAH.
C11	<i>En el caso de las estructuras arqueológicas aisladas en predios de propiedad privada, las construcciones u obras autorizadas deberán contemplar una distancia de radio mínima de 10 m con centro alrededor de cada estructura.</i>	En el predio del proyecto no se encontraron vestigios arqueológicos.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
Equipamiento e infraestructura		
E11	<i>La SEMARNAT y los municipios promoverán y asesorarán a los particulares sobre el uso de ecotécnicas apropiadas para los desarrollos turísticos y residenciales e infraestructura de apoyo.</i>	El proyecto contempla el uso de eco tecnologías como un calentador solar, un sistema mixto de generación de energía eléctrica que consistirá en 1 generador eólico y 16 paneles solares, el uso de servicios sanitarios de bajo consumo de agua, grifería ahorradora de agua y captación de agua de lluvia, además de implementar la utilización de un sistema de generador atmosférico de agua, que generará un promedio de 500 litros de agua diarios.
E12	<i>Toda obra pública o privada que se realice en la Reserva, requerirá autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental y de la Licencia de Construcción que otorgue la autoridad Municipal correspondiente.</i>	Por medio del presente estudio se solicita a la SEMARNAT, la autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la construcción y operación del proyecto, así como la autorización en materia forestal para el cambio de uso de suelo, una vez obtenida la autorización del proyecto en materia ambiental y forestal, se solicitarán los permisos municipales correspondientes.
E14	<i>Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.</i>	En cumplimiento a los presentes criterio se anexa a este estudio el programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.
E15	<i>Las casas vacacionales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.</i>	Cabe señalar que de acuerdo a datos de la Dirección de la Reserva, en esta se cuenta con el sistema municipal de colecta de basura, por lo que el proyecto contará con recipientes con tapa para el almacenamiento temporal de residuos, y los residuos no reciclables serán entregados a los empleados municipales para su disposición final, en lo que respecta los residuos reciclables estos serán enviados a centros de acopio autorizados o por medio de programas de reciclaje del Municipio de Tulum.
E16	<i>Las casas vacacionales, los desarrollos turísticos de hospedaje y servicios y los asentamientos humanos y en general cualquier edificación que genere aguas negras y grises, deberán contar con sistemas integrales de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales.</i>	Se proyecta utilizar un sistema mixto para el tratamiento de las aguas residuales, que consistirá en una micro-planta de tratamiento conectada a un humedal artificial. Para que la micro-planta de tratamiento Boss technology funcione adecuadamente se le aplica 1 litro de SEPTIBOSS al año o 1 botellita de ECO SEPTIC por semana para su adecuado uso y desempeño, con esta combinación se logra:
E17	<i>Deberá incorporarse el uso de sistemas secos para el manejo y disposición final de excretas, con composteo y reaprovechamiento; o bien sistemas húmedos como los humedales artificiales, que cumplan con remociones mínimas del 90 % tanto de Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO5) como de Sólidos Suspendedos Totales (SST). En el caso de</i>	<ul style="list-style-type: none"> 🌱 Desintegrar los sólidos orgánicos. 🌱 Eliminar la necesidad de vaciar la micro-planta de tratamiento con otras compañías. 🌱 Eliminar las bacterias nocivas al medio ambiente.

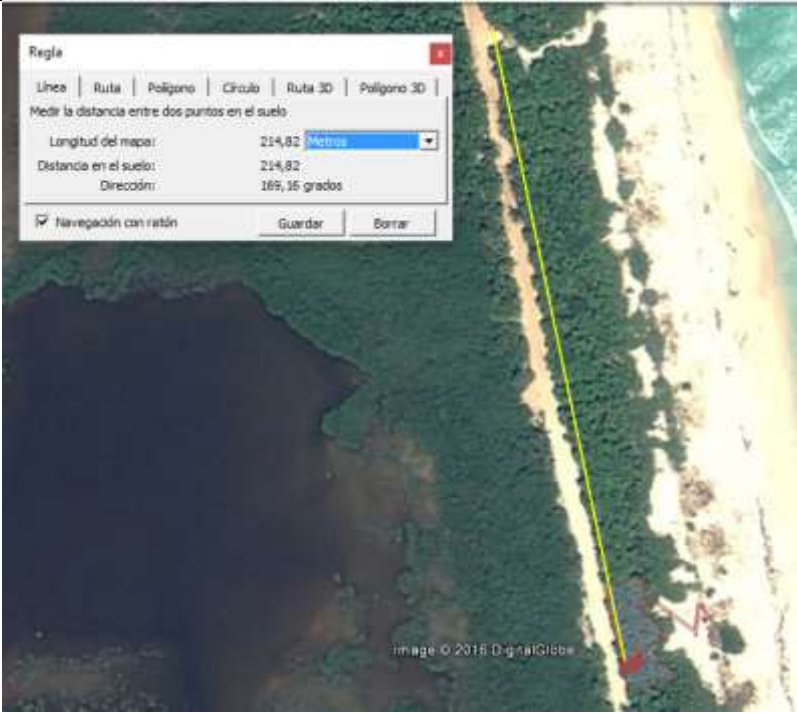
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	<i>humedales o procesos de infiltración, deberá contarse con un sistema de impermeabilización a base de geomembranas de manera que se garantice que no habrá precolación hacia el terreno o a los cuerpos de agua naturales aledaños. La superficie del terreno que requiera la instalación de humedales no se contabilizará en los metros cuadrados de construcción autorizados en los criterios Ah</i>	<ul style="list-style-type: none">  Evitar hasta un 95% la propagación del Cólera. Los efectos bactericidas, la digestión de los sólidos orgánicos y la reducción de los gases sulfhídricos (metano) (dictaminado por la Secretaría de Salud).  Generar mínimas cantidades de gases tóxicos como el gas metano.
E18	<i>Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-ECOL-001-1996, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.</i>	La empresa fabricante de las micro-plantas de tratamiento y el SEPTIBOSS Y ECO SEPTIC (kelato de cobre) ha realizado estudios en los que se ha demostrado la eficiencia de este sistema de tratamiento, ya que el agua tratada cumple con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996 de acuerdo a los parámetros que se muestran en la siguiente tabla.
E19	<i>Sólo en condiciones extraordinarias por razones de limitaciones de espacio, se permitirá el uso de fosas sépticas y cuando estas sean de tipo mejorado de concreto armado, de tres cámaras, con filtro inverso en la última cámara y pozo sellado hasta el manto salino de cuando menos 20 m de profundidad. El agua proveniente de la fosa deberá mezclarse con un volumen de agua dulce proveniente de la fosa, con el objeto de disminuir la flotabilidad del agua dulce dentro de la capa de agua salina en donde será descargada. Debido a la inestabilidad del terreno, no se permiten aquellas fosas construidas con tabique o block.</i>	Como segundo sistema de tratamiento y para garantizar que el agua cumpla con la normatividad aplicable se contará con un humedal artificial y el agua proveniente del humedal será utilizada para el riego de áreas de ajardinadas y maceteros que se encuentren en la casa habitación.
E110	<i>Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen, sean menores a 180 gr/m³ de agua tratada. Además deberán contar con un programa operativo que considere la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la reserva.</i>	Para garantizar que el agua que salga del humedal cumpla con la normatividad aplicable, se realizarán análisis al agua por lo menos 1 vez al año. (Tabla 41 y anexo 6)
E111	<i>En caso de instalar sistemas de riego, deberán estar articulados a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.</i>	No se contará con sistema de riego.
E112	<i>Se prohíbe la disposición de desechos en cualquier cuerpo de agua natural.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se realizará la disposición de desechos de ningún tipo en cuerpos de agua, ya que durante las etapas de cambio de uso de suelo y principios de la etapa de construcción se contará con baños portátiles, y contenedores con tapa para la separación de residuos en orgánicos y para los reciclables, así como de disponer un área para los restos de material de construcción. Durante la operación se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales, y se colocarán contenedores en tamaño y número adecuado para la correcta separación de los residuos, mismos que

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
E113	<p><i>Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la reserva, las instalaciones para el manejo de las aguas servidas serán instaladas al oriente del predio desde la entrada de la Reserva hasta el inicio de la laguna Xamach y al poniente del mismo a partir de la laguna Xamach hasta Punta Allen, esto con el fin de evitar su contaminación.</i></p>	<p>serán enviados a centros de acopio y al relleno municipal correspondiente.</p> <p>Con el fin de agrupar las áreas de aprovechamiento y con el propósito de conservar la naturalidad en la porción oeste del mismo para evitar la fragmentación de esta zona que se encuentra en buen estado de conservación, se ha decidido colocar el sistema de tratamiento en la porción central del predio (adyacente al camino de terracería) ya que como se menciona más adelante la porción oeste por su elevación respecto al nivel del agua de la laguna Xamach, tiende a inundarse fácilmente, lo cual representa un riesgo para la operación y funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales. De ser requerido por esta H. Secretaria, la empresa promovente está en toda la disposición de cambiar de lugar el sistema de tratamiento a donde la autoridad crea más conveniente.</p> <p>Cabe mencionar que el sistema de tratamiento es muy seguro ya que la micro-planta de tratamiento es prefabricada y de un material altamente resistente, por lo que se prevé que no haya afectación a las aguas subterráneas y mucho menos a las aguas superficiales. Como parte de las medidas preventivas para evitar afectaciones a la calidad del agua subterránea y superficial se realizará el mantenimiento adecuado a las tuberías que reciban las aguas negras y grises que se generen en la casa habitación, para detectar y reparar posibles fugas de forma inmediata, antes de que puedan afectar la calidad del agua en el manto freático.</p>
E115	<p><i>No se permite la pavimentación de los caminos costeros existentes. Se permite la construcción de 1 camino de acceso no pavimentado a cada 100 m a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de 4 m. Si los caminos caen en manglares, se deberán hacer puentes.</i></p>	<p>De acuerdo a la siguiente imagen satelital, el límite norte del predio se ubica a más de 200 metros del camino de acceso más cercano, aunado a que el proyecto se ubicará en el tercio medio del predio se cumple con lo establecido en el presente criterio con respecto a la distancia entre caminos de acceso. En lo que respecta al ancho máximo del camino de acceso del proyecto, este no será mayor de 4 m, tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		
<p style="text-align: center;">Figura 28. Izquierda, imagen de satélite con la ubicación del predio respecto al camino de acceso más cercano; derecha, plano donde se muestra el ancho del camino de acceso del proyecto.</p>		
E116	<p><i>Cualquier modificación al trazo actual de los caminos requerirá la autorización de impacto ambiental de la SEMARNAT y del Gobierno del Estado.</i></p>	<p>El camino Tulum-Punta Allen no tendrá ninguna modificación, se dejará tal y como se encuentra actualmente.</p>
E117	<p><i>Todos los carteles deberán contar con la autorización de la Dirección de la Reserva y de las autoridades municipales correspondientes.</i></p>	<p>Previo a la colocación de algún tipo de letrero se solicitará permiso a la dirección de la Reserva.</p>
E118	<p><i>Sólo se permitirá un cartel publicitario por predio con una dimensión máxima de 1.2 x 0.6 m, que indique la razón social o el nombre comercial y los servicios que se ofrecen dentro del propio predio.</i></p>	<p>De ser necesaria la colocación de un cartel se cumplirá con lo estipulado en el presente criterio, el letrero tendrá como máximo 1.2 por 0.6 m.</p>
E119	<p><i>Los carteles deberán estar pintados con un fondo color café (o el color propio de la madera natural) y el texto o logotipos con letras amarillas.</i></p>	<p>De ser necesaria la colocación de un cartel se cumplirá con lo estipulado en el presente criterio, el fondo estará pintado de color madera y de ser posible se dejara la madera sin pintar.</p>
E120	<p><i>Los predios de propiedad privada y los desarrollos turísticos permitirán el acceso a playas (servidumbre de paso) al menos cada 1,000 m en promedio con una amplitud mínima de 2.00 m y máxima de 3.00 m. Los propietarios en coordinación con las autoridades competentes evaluarán y determinarán la ubicación de los mismos. En la realización de cualquier obra o actividad deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona.</i></p>	<p>Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, si la autoridad determina que se debe realizar un acceso público en el predio la empresa promotora cumplirá con lo que se le indique.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
EI21	<i>No se permitirá el estacionamiento de vehículos en los accesos a las playas.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se estacionaran vehículos en el acceso a la playa.
EI22	<i>No se permite la instalación de pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se instalaran pistas aéreas.
EI23	<i>No se permite la utilización de lagunas costeras, bahías o lagunas arrecifales para el acuatizaje de hidroaviones.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se realizará acuatizaje en lagunas costeras, bahías o lagunas arrecifales
EI24	<i>No se permite la instalación de marinas.</i>	Se cumplirá con el presente criterio, El proyecto no contempla construir marinas.
EI26	<i>La instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras, deberán guardar una distancia mínima de 300 metros entre ellos en la costa norte y 900 m en la costa centro y no incluirán la construcción de rampas o accesos para vehículos terrestres, por lo que el acceso será peatonal sobre la prolongación del muelle sobre pilotes hasta tierra firme y afectando al manglar en un ancho máximo de 2 m. Los propietarios de los predios en los que debido a esta restricción no se pueda construir un muelle, tendrán derecho (mediante servidumbres de paso u otros mecanismos) a usar el muelle más cercano a la construcción principal del predio, siempre y cuando apoyen al dueño del predio en donde está construido el muelle en su mantenimiento.</i>	No se contempla la construcción de muelles o embarcaderos.
EI27	<i>La construcción de muelles o embarcaderos rústicos deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.</i>	No se contempla la construcción de muelles o embarcaderos.
EI28	<i>Se prohíbe el uso de creosota y otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera para los embarcaderos rústicos.</i>	No se contempla la construcción de muelles o embarcaderos.
EI29	<i>La construcción de rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar, se podrán instalar de la siguiente forma: una en la laguna Caapechén, una en la Laguna Boca Paila, una en San Miguel - Xamach y dos en el río con una distancia promedio de 8 km entre ellas, y una en Laguna Pájaros. Los propietarios de los predios en los que debido a esta restricción no se pueda construir una rampa, tendrán derecho (mediante servidumbres de paso u otros mecanismos) a usar la rampa más cercana a la construcción principal del predio, siempre y cuando apoyen al dueño en su mantenimiento.</i>	No se tiene contemplada la construcción de este tipo de infraestructuras.
EI31	<i>La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica y telefónica será subterránea, incluyendo al interior de los predios. Se recomienda el uso de telefonía por microondas.</i>	La instalación de energía eléctrica se realizará tal y como lo dicta el presente criterio la línea de conducción que alimentará de energía la casa se instalará vía subterránea desde el generador eólico hasta el centro de acumuladores dentro de la casa y

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		de ahí se repartirá la red eléctrica de baja tensión hacia cada una de las áreas de la casa.
EI33	<i>Se promoverá la instalación de fuentes alternativas de energía. Los generadores de combustión interna, deberán estar protegidos del ambiente y cumplir con la Norma Oficial Mexicana de ruido.</i>	La energía eléctrica se obtendrá mediante un sistema mixto que consistirá en 1 generador de energía eólica mismo que se ubicaran dentro del tercio medio del predio, tal y como se muestra en el plano de conjunto del proyecto, así como celdas solares en la azotea de las tres recámaras y sobre el pergolado del deck de acceso a la casa, tal y como se muestra en el plano 3. Adicionalmente, se contará con una planta de gasolina de 3,500 Watts como sistema de emergencia que se colocará en el cuarto de máquinas de la casa, sin embargo, se considera que la energía producida por el sistema mencionado será suficiente para el funcionamiento del proyecto.
EI34	<i>La instalación de infraestructura telefónica y energía se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.</i>	Debido a que no existe el servicio de energía eléctrica en la reserva, la empresa promotora instalará 1 generador eólico a escasos metros del camino Tulum-Punta Allen, así como celdas solares en la azotea de las tres recámaras y sobre el pergolado del deck de acceso a la casa, tal y como se muestra en el plano 3.
EI35	<i>No se permitirán las instalaciones de infraestructura o almacenamiento de combustibles mayores a 2,000 l. (gas y diésel) y NOM.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, únicamente se instalará un cilindro tipo horizontal de 1000 litros de gas LP mismo que se ubicará en la azotea norte de la casa habitación
EI36	<i>Se prohíben los campos de golf.</i>	El proyecto contempla únicamente la construcción de una casa habitación unifamiliar, por lo cual se cumple con el presente criterio.
EI37	<i>La disposición de baterías y acumuladores, insecticidas, así como sus empaques y envase, deberá cumplir con lo dispuesto en la LEGEEPA en materia de recursos peligrosos.</i>	Las baterías y acumuladores, así como los envases de insecticida de uso comercial que pudieran utilizarse durante las diferentes etapas del proyecto, serán enviados a centros de acopio autorizados en el centro de población de Tulum.
EI38	<i>Solo se permite el establecimiento de infraestructura destinada a la conservación, manejo y rescate de las zonas arqueológicas</i>	No hay vestigios arqueológicos en el predio, ni en las cercanías.
Flora y fauna		
Ff1	<i>El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-RECNAT-012-1996 y se requerirá permiso de la Dirección de la Reserva.</i>	En ninguna de las etapas del proyecto se contempla el uso de leña, la cocina funcionará con gas o en su caso con energía eléctrica.
Ff3	<i>No se permite el dragado ni la remoción de pastos marinos.</i>	Se cumplirá con el presente criterio, la promotora no realizará el dragado ni remoción de pastos marinos en ninguna etapa del proyecto.
Ff4	<i>Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de Impacto Ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas.</i>	En el área de playa únicamente se utilizará para acceder al mar y para tomar el sol en sillas o camastros móviles que serán llevados hacia la playa y retirados de esta diariamente, durante la temporada

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		de anidación de tortugas no se hará uso de mobiliario en la playa.
Ff6	<i>Durante el periodo de anidación de tortugas, se controlará el acceso a las playas tortugueras.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, de abril a septiembre de cada año.
Ff7	<i>En playas tortugueras se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, la iluminación de la casa será en colores cálidos y no estará dirigida hacia el mar ni a la playa.
Ff8	<i>En las áreas adyacentes a las playas tortugueras se manejará la inclinación y los colores de la iluminación artificial (preferentemente roja o amarilla), que garantice el arribazón de las tortugas.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, la iluminación será en colores cálidos y estará dirigida hacia la casa.
Ff9	<i>Se prohíbe el tránsito vehicular sobre la playa y dunas, con la excepción a los previstos en el programa de manejo de tortugas y de los programas de vigilancia de la SEDENA, SEDEMAR y la SEMARNAT.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se hará uso de vehículos en la playa frente al predio en ninguna de las etapas del proyecto.
Ff10	<i>Se prohíbe la introducción de animales domésticos en las playas tortugueras durante la temporada de anidación (abril a septiembre).</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se introducirán animales domésticos a la playa durante la temporada de anidación (abril a septiembre)
Ff11	<i>Se prohíbe encender fogatas en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en las playas de anidación de tortugas.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se encenderán fogatas en la playa adyacente al predio.
Ff12	<i>Se prohíbe el tránsito de ganado caballar y cualquier otra fauna doméstica o domesticada para transporte o recreación en las playas y dunas de la Reserva</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, el proyecto no contempla el uso de ganado equino o ningún otro.
Ff13	<i>El establecimiento de viveros, invernaderos y criaderos de especies nativas, así como de Unidades de Manejo de Vida Silvestre requieren autorización de la SEMARNAT</i>	El proyecto no contempla el establecimiento de invernaderos, ni criaderos de especies nativas, únicamente se instalará un área de acopio provisional para resguardar las plantas rescatadas del área de aprovechamiento solicitada; las plantas serán reubicadas conforme se avance en la construcción de la obra.
Ff14	<i>Se requiere permiso de la SEMARNAT para el aprovechamiento de las hojas de las palmas <i>Thrinax radiata</i> y <i>Cocotrinax readii</i>.</i>	No se aprovechará ninguna parte de estas plantas.
Ff16	<i>Se prohíbe la introducción y manutención de gatos domésticos (<i>Felis catus</i>).</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se introducirán o mantendrán gatos domésticos en el predio del proyecto.
Ff17	<i>Se promoverá la erradicación del pino de mar <i>Casuarina equisetifolia</i> y el reestablecimiento de la flora nativa.</i>	En el predio del proyecto no se encontraron ejemplares de casuarina.
Ff18	<i>En las áreas jardinadas se emplearan preferentemente plantas nativas y el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación este suprimida.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, en las macetas se emplearan preferentemente plantas nativas y el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación este suprimida.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
Ff19	<i>La recolección de plantas para uso ornamental y sus subproductos (semillas, esquejes, acodos, brotes, yemas, propágulos, etc), podrá realizarse por el propietario dentro del mismo predio en donde serán utilizadas, o en otros predios mediante permiso de la Dirección de la Reserva.</i>	Previo a comenzar las labores de rescate de vegetación y sus subproductos (semillas, esquejes, acodos, brotes, yemas, propágulos, etc.), dentro de las áreas de aprovechamiento del predio, se solicitará el permiso correspondiente a la Dirección de la Reserva.
Ff20	<i>Se prohíbe la construcción de arrecifes artificiales promotores de playa.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se realizará la construcción o instalación de arrecifes artificiales.
Ff21	<i>Se prohíben los dragados, apertura de canales, bocas y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, No se realizará el dragado, apertura de canales, bocas o cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina.
Ff22	<i>No se permite la desecación de humedales, tala y relleno del manglar, con la excepción de las podas autorizadas por la SEMARNAT para la instalación de infraestructura menor que se requiera tales como accesos peatonales, senderos y muelles rústicos.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se realizará la desecación de humedales, tala y/o relleno del manglar en ninguna de las etapas del proyecto.
Forestales		
FO1	<i>Se permite la reforestación con palma de coco hasta en un 50 % del frente de mar de cada predio sin seccionarse</i>	Se realizará el enriquecimiento de 117.89 m ² de áreas verdes ajardinadas con plantas nativas que se obtengan del rescate de las áreas de aprovechamiento.
FO2	<i>En las áreas con presencia de palma de coco no podrá eliminarse la vegetación herbácea y arbustiva.</i>	El desmonte se realizará únicamente en las áreas de aprovechamiento solicitadas para la construcción del proyecto e infraestructura de apoyo (micro-planta de tratamiento, humedal artificial, tinacos, generador de energía eólica, generador atmosférico de agua), así como en el área verde ajardinada y obras provisionales.
FO3	<i>Queda prohibido el uso del fuego para desmontes, para la quema de basura y para la reducción de desechos vegetales y para el manejo de las áreas de crecimiento de palma de coco.</i>	Tal y como lo dicta el presente criterio no se hará uso de fuego en ninguna de las etapas del proyecto.
FO4	<i>No se permite el uso de maquinaria pesada para desmontes.</i>	El desmonte se realizará con equipo manual como palas, machetes y hachas tratando de reubicar la mayor cantidad de ejemplares, no se utilizará maquinaria pesada.
FO5	<i>Queda prohibida la reforestación o plantación de las especies: Casuarina o Pino de Playa (Casuarina sp.), Pirul Brasileño (Schinus terebinthifolius), Meleleuca (Meleleuca quinineria), Almendro (Terminalia sp) y Columbina (Columbina asiática), Eucaliptos (Eucalipto sp) y flamboyán (Delonix regia).</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, en ninguna etapa del proyecto se realizará la reforestación o plantación de estas especies.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
Industria		
11	<i>No se permite la instalación de industrias.</i>	El proyecto consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar, por lo que no se realizará ningún tipo de actividad industrial.
12	<i>Sólo se permitirá la instalación de talleres para la actividad artesanal de bajo impacto que no genere humos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos, polvos ni olores, de bajo consumo de agua, altamente eficiente en el consumo de energía</i>	El proyecto consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar, por lo que no se realizarán este tipo de actividades.
Manejo de ecosistemas		
MAE1	<i>Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran, deberán poner especial atención al recurso agua y presentar las medidas de prevención de contaminación al manto freático.</i>	El proyecto contempla el uso de eco tecnologías como grifería de bajo consumo y un sistema de auto limpieza para la alberca con el cual se reduce la demanda de agua, adicionalmente se implementará un sistema de un generador atmosférico de agua y un sistema de captación de agua fluvial. Así mismo se implementará un sistema de tratamiento de aguas residuales, integrado por un registro de captación de aguas servidas que será construido de cemento e impermeabilizado, de ahí el agua pasará por gravedad a una micro-planta de tratamiento (se anexan especificaciones técnicas en anexo técnico 6), posteriormente el agua de la micro-planta de tratamiento pasara a un humedal artificial como un segundo sistema de tratamiento.
MAE2	<i>No se permite que el agua obtenida de acuíferos superficiales y subterráneos ubicados en esta Unidad de Gestión Ambiental sea canalizada y trasladada fuera de ella.</i>	No se consumirá agua superficial o subterránea del predio ni de la reserva, toda el agua que se utilice será adquirida en centros autorizados para su venta, así también de la que se obtenga del generador atmosférico de agua y de la de lluvia.
MAE3	<i>Las obras de acceso a los cuerpos de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por la correspondiente manifestación de impacto ambiental.</i>	Se tiene contemplada la construcción de un acceso a la ZOFEMAT para lo cual se requiere de su aprobación por medio del presente documento técnico unificado y no se contempla acceder a la Laguna Xamach
MAE4	<i>Sólo se permitirá un pozo por predio con vivienda unifamiliar.</i>	
MAE5	<i>La autorización para la construcción de pozos y su funcionamiento, requiere de autorización de la CNA y el visto bueno de la Dirección de la Reserva, así como de la factibilidad derivada de estudios específicos y monitoreo constante de la conductividad del agua para evitar la sobreexplotación (intrusión salina).</i>	No se consumirá agua subterránea del predio ni de la reserva, toda el agua que se utilice será adquirida en centros autorizados para su venta, de la proveniente del generador atmosférico de agua, así también de la captación de agua de lluvia.
MAE6	<i>El aprovechamiento de aguas subterráneas, no deberá rebasar el 15% del volumen de recarga del acuífero y garantizar la no intrusión salina.</i>	
MAE7	<i>Se promoverá la instalación de sistemas domésticos de captación de agua de lluvia in situ.</i>	Se contará con dos tinacos con capacidad de 5,000 litros una de ellos será para la captación de agua de

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		Lluvia proveniente de las azoteas y para el agua que será adquirida en pipas y otro para el almacenamiento del agua proveniente del generador atmosférico de agua.
MAE8	<i>Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.</i>	La cimentación de la casa será tipo palafito por lo que los pilotes quedaran en contacto con el suelo natural, sin embargo, estos no obstruirán ni modificarán sustancialmente el escurrimiento pluvial, otro de los elementos a nivel de suelo será la micro-planta de tratamiento, el humedal artificial y las bases para los generadores eólicos, sin embargo, por sus dimensiones no causaran obstrucción o modificación significativa de los escurrimientos pluviales.
MAE9	<i>Se prohíbe la extracción de agua de cenotes</i>	En el predio del proyecto no hay cenotes.
MAE10	<i>No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.</i>	En el predio del proyecto no hay cenotes, dolinas y/o cavernas.
MAE11	<i>No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones de los cenotes ni la remoción de la vegetación acuática.</i>	En el predio del proyecto no hay cenotes.
MAE12	<i>Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en un radio no menor de 50 m., alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.</i>	En el predio del proyecto no hay cenotes, dolinas y/o cavernas.
MAE13	<i>Los desechos orgánicos podrán procesarse dentro de los propios predios en la Reserva, siempre y cuando se garantice que los lixiviados no tengan contacto con los cuerpos de agua naturales</i>	No se contempla realizar el composteo de residuos orgánicos. El proyecto implementará un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos con el cual se dispondrán de los desechos orgánicos.
MAE14	<i>Quedan prohibidas las quemas de vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se realizará quema de vegetación no se utilizaran herbicidas y defoliantes para el desmonte o mantenimiento de ningún área en el predio.
MAE15	<i>No se permite la quema de corral o de traspatio de desechos sólidos.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se realizará la quema de corral o de traspatio de desechos sólidos, el proyecto contará con contenedores para la disposición temporal de residuos sólidos urbanos, mismos que serán dispuestos donde la autoridad municipal lo disponga.
MAE16	<i>Los senderos o accesos peatonales que se autoricen sobre manglares deberán de realizarse de forma elevada sobre pilotes o tocones.</i>	No se contempla ninguna construcción sobre el manglar.
MAE17	<i>Al interior de los predios, no se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 m de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zig zag si son perpendiculares a la costa. Se permiten los andadores elevados.</i>	Se respeta la vegetación del parte-aguas de la duna, ya que la cresta del cordón de duna se ubica en el tercio medio tiene 7.5 m.s.n.m. y 7.0 m.s.n.m., y el proyecto se localizará entre las curvas de nivel de 0.5 a 5.5 m.s.n.m. en la parte norte y centro y entre la de 0.5 y 5.0 m.s.n.m. en la porción sur, dejando intacta la vegetación de duna excepto por los 3.26 m2

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		que se utilizarán para el andador de acceso a la playa, que tendrá un ancho máximo de 0.90 m y este será en forma de zig zag como lo marca el criterio y piloteado.



Figura 29. Ubicación de la construcción respecto al parteaguas de la duna (ver Anexo planos 11).

MAE-18	<i>Solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento de los sitios arqueológicos.</i>	No hay vestigios arqueológicos en el predio, ni en sus colindancias.
MAE-19	<i>El desarrollo de la infraestructura turística o habitacional solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio del sentido norte - sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir. Asimismo, se conservarán los elementos más importantes de la vegetación.</i>	Tal y como se puede apreciar en las siguiente imágenes con el fin de cumplir con el presente criterio, previo al diseño de la casa habitación, aunado a la delimitación del parteaguas de la duna, se delimitó el tercio medio del predio en sentido norte –sur, posteriormente se delimitó la cresta de la duna y la vegetación de duna costera, y el polígono resultante permitió definir el área donde se podría desplantar el proyecto (plano 12).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		el resto de la superficie del predio será mantenida en estado natural.
MAE22	<i>Con la excepción de la palma de coco (Cocos nucifera), no se permite la utilización de los troncos de otras especies de palma como material de construcción.</i>	Toda madera que sea utilizada durante las diferentes etapas del proyecto será adquirida en casas comerciales autorizadas.
MAE24	<i>La edificación de cercas y los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre. Con el objeto de evitar diferencias en la interpretación, los interesados deberán contar con el visto bueno del tipo de cercado de la CONANP.</i>	En caso de instalar una cerca para delimitar el predio del proyecto se solicitará a la CONANP asesoría técnica y el visto bueno para su construcción.
MAE26	<i>En las playas arenosas solo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera de un poste y hoja de palma o pasto, siempre y cuando no sea un área de anidación de tortugas.</i>	Debido a que la zona de playa que colinda con el proyecto es área de anidación de tortugas no se construirán estructuras temporales, únicamente se hará uso ocasional de camastros o sombrillas de playa, mismos que serán retirados diariamente en cuanto sean desocupados.
Pecuario		
P1	<i>No se permite la ganadería de Traspatio.</i>	No se tiene previsto realizar ninguna actividad pecuaria, ya que el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación.
P2	<i>Se permite la avicultura de traspatio siempre y cuando esta se encuentre en encierro permanente.</i>	
P3	<i>Solo se permite la ganadería vacuna y caballar de tipo estabulado con una superficie máxima de ocupación del predio del 10 %, en la cual se dé un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, a través de su depositación en sitios autorizados o el uso de biodigestores.</i>	
P4	<i>No se permite la ganadería ovina, caprina ni porcícola.</i>	
Turismo		
Tu1	<i>La prestación de servicios recreativos basados en el uso de recursos naturales al interior de los predios de propiedad privada, requieren permiso de la SEMARNAT y en el caso de zonas arqueológicas, adicionalmente del INAH.</i>	No se prestará ningún tipo de servicio recreativo o de alguna otra índole ya que el proyecto consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar vacacional.
Tu2	<i>La prestación de servicios recreativos al interior de la Reserva que requieran del uso de vehículos o artefactos terrestres o acuáticos, en aguas nacionales, terrenos federales estará en función de la capacidad de carga de los ecosistemas y requiere permiso expreso de la SEMARNAT.</i>	
Tu3	<i>Los predios de propiedad privada que cuenten con más de 100 m de frente de playa y menos de 600 podrán ejercer una densidad de 0.5 cuartos tipo hotelero/ha, en otros predios de la misma región, mediante el uso de servidumbres voluntarias.</i>	No aplica al proyecto, ya que este consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu5	<i>El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de playa o de campamento es de 350 m de frente de playa.</i>	No aplica al proyecto, ya que éste consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu6	<i>Los predios que desarrollen servicios comerciales o de playa, no podrán ejercer densidades de cuartos tipo hotelero mediante el uso de servidumbres</i>	No aplica al proyecto, ya que este consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	<i>voluntarias, ni instalar en el predio infraestructura habitacional, con la excepción de una casa habitación para la permanencia de personal asignado a la vigilancia</i>	
Tu7	<i>Sólo los predios con un frente de playa mayor de 150 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de servicios de playa o de campamento cuando, al establecer servidumbres voluntarias, estos resulten los predios dominantes donde se ubicaran las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 250 m de frente de playa, estén ubicados en la misma región y en su totalidad en una UGA de Protección o Restauración.</i>	No aplica al proyecto, ya que éste consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu8	<i>El lote mínimo para instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero es de 600 m de frente de playa.</i>	No aplica al proyecto, ya que éste consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu9	<i>Los predios que desarrollen servicios comerciales de cuartos tipo hotelero, no podrán instalar de forma adicional o separada servicios de playa o de campamento, o instalar infraestructura habitacional, con la excepción de las instalaciones necesarias para el servicio del personal.</i>	No aplica al proyecto, ya que éste consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu10	<i>Sólo los predios con un frente de playa mayor de 200 m podrán instalar y ofertar el uso comercial de cuartos tipo hotelero cuando, al establecer servidumbres voluntarias estos resulten los predios dominantes en los que se ubicaran las construcciones, y los predios sirvientes que queden libres de construcciones tengan un mínimo de 500 m de frente de playa, estén ubicados en su totalidad en la misma región y en una UGA de Protección o Restauración.</i>	No aplica al proyecto, ya que éste consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu11	<i>Los predios con 600 m de frente de playa pueden instalar y ofertar servicios comerciales de cuartos tipo hotelero en función de 0.5 ctos. /ha .</i>	No aplica al proyecto, ya que éste consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu13	<i>Los predios con 600 m de playa podrán incrementar su densidad de cuartos tipo hotelero, mediante el uso de servidumbres voluntarias con predios de la misma región o mediante la fusión con predios vecinos</i>	No aplica al proyecto, ya que éste consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu14	<i>Los predios de propiedad privada que cuenten con 600 m de frente de playa o más y cuenten con 10 has. o más se les asignará de forma adicional 0.2 cuartos tipo hotelero por hectárea a partir de la undécima.</i>	No aplica al proyecto, ya que éste consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu15	<i>En el uso de servidumbres voluntarias, los predios dominantes podrán instalar hasta 3 veces más su densidad original permitida. Se exceptuaran aquellos predios dominantes que reciban la densidad total de los predios sirvientes cuando estos últimos se ubiquen en una UGA de Protección o Restauración.</i>	No aplica al proyecto, ya que éste consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu20	<i>El Municipio correspondiente y la CONANP a través de la Dirección de la Reserva, en el ámbito de sus respectivas competencias instalarán el registro y control de las servidumbres que con motivo del POET se lleven a cabo entre los particulares que voluntariamente así lo determinen. Dichas servidumbres deberán constar por escrito y se establecerán ad perpetum y de manera irrevocable. En el registro de servidumbres se especificarán los datos correspondientes a la inscripción del gravamen</i>	No se ejercerá servidumbre voluntaria.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	<i>en los Registros Públicos de la Propiedad, así como las demás características, medidas y colindancias de los predios destinados para tal fin.</i>	
Tu21	<i>Una vez establecida la servidumbre voluntaria, la autoridad Municipal otorgará la Licencia de Uso del Suelo resultante y definitiva, tanto al predio dominante como al predio sirviente, misma que será inscrita en el registro de servidumbres. Este trámite deberá ser realizado previo a la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental y el trámite de la Licencia de Construcción</i>	No se ejercerá servidumbre voluntaria.
Tu22	<i>Se permite la instalación de infraestructura de apoyo para actividades de turismo contemplativo, tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores, torres para observación de aves, etc.</i>	No se tiene contemplado la instalación de este tipo de infraestructura, ya que éste consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
Tu23	<i>Se permite la instalación de servicios públicos, que requiera la administración de la Reserva</i>	Este criterio no aplica al proyecto, ya que no se realizarán instalaciones para servicios públicos.
Tu24	<i>Las casas habitación e infraestructura para hospedaje turístico, no excederán los 2 niveles hasta 8 m de altura.</i>	Tal y como lo dicta el presente criterio la altura máxima de la casa habitación será de 8 metros incluyendo fachadas y elemento ornamentales, tal y como se muestra en la siguiente figura (anexo 4 y 5, en anexo planos).

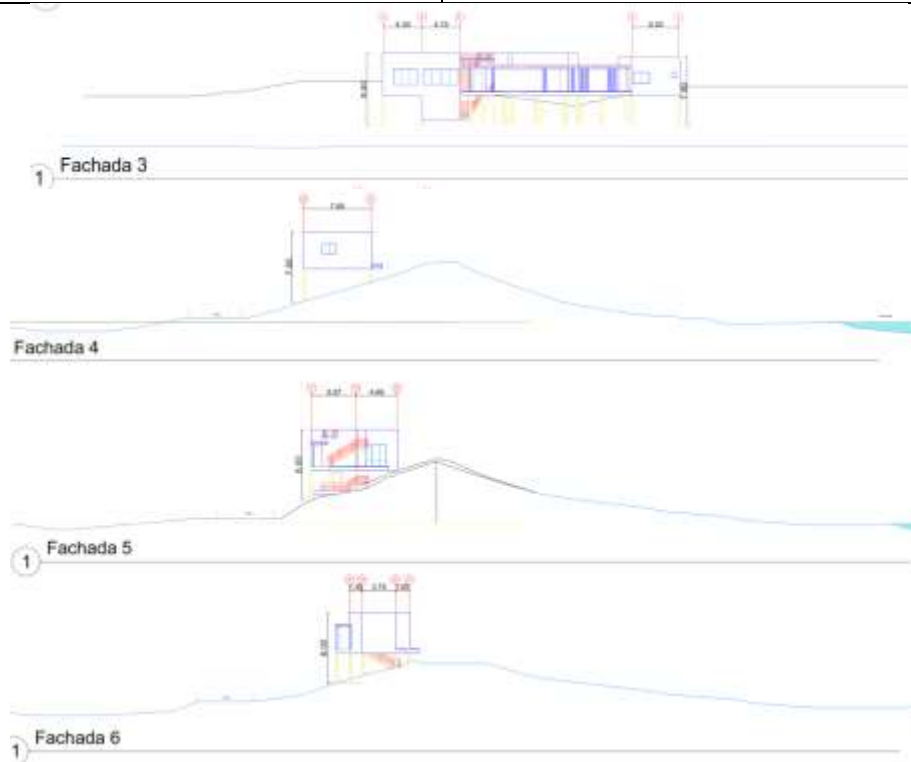


Figura 31. Fachadas de la casa habitación (ver plano 7).

Tu26	<i>No se permite el uso de plataformas flotantes, uso de embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la</i>	No se tiene contemplada la instalación de este tipo de infraestructura, ya que ésta consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
------	---	---

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	<i>zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva.</i>	
<i>Tu27</i>	<i>El uso de áreas de campamento temporal de tipo recreativo o educativo fuera de las propiedades privadas, o en las UGA's a las que se asignó una política ecológica de protección, requerirán el permiso expedido por la Dirección de la Reserva, previo análisis de su viabilidad y condicionantes a las que habrán de sujetarse.</i>	No se contempla realizar este tipo de actividades ya que el proyecto consiste en la construcción y ocupación de una casa habitación unifamiliar.
<i>Tu28</i>	<i>Todo proyecto de desarrollo turístico deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.</i>	El proyecto no corresponde a un desarrollo turístico. El proyecto es la construcción de una casa habitación unifamiliar y no se afectan los accesos públicos de la reserva.
<i>Tu29</i>	<i>La utilización de cavernas y cenotes para uso recreativo, estará sujeto a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la diversidad biológica.</i>	Este criterio No aplica al proyecto, ya que dentro del predio no existen cavernas ni cenotes tal y como se puede apreciar en el estudio geo-hidroológico del predio y la mecánica de suelos.
<i>Tu30</i>	<i>El uso y aplicación de otros instrumentos jurídicos o administrativos que promuevan la equidad social en la distribución de los costos y beneficios asociados a la conservación de los recursos naturales y al aprovechamiento del valor inmobiliario deberá ser aprobado previamente por el Comité Técnico del POET de la Zona Costera de Sian Ka'an.</i>	Se cumplirá con lo propuesto en el presente criterio.

III. 3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

III.3.1. Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an: Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an.

Este programa forma parte del Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an (2014), que también hace referencia al Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y a la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an (RBSK).

El predio se ubica en la subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC), la cual abarca una superficie de 1,459.2296 hectáreas, constituida por 14 polígonos ubicados de la siguiente manera: al norte de la Reserva comprende los sitios conocidos como San Eric, Paso Caapechén, Paso del Muerto, Paso Lágrimas, Paso Juana, Punta Yuyum-Mario Lara, San Miguel de Ruz, Punta Xamach, Punta el Recodo, Punta Santa Rita, Chenchomac, San Miguel y El Faro; al centro comprende los sitios conocidos como Punta Pájaros, Punta Tambo, Punta Arena, Punta Estrella, Punta Rosa, Punta la Victoria y Campamento María Elena, y al sur Punta Herrero, La Sardina, Punta X-KanabHaltun, Punta Mosquitero, Punta Rompeolas, Tampalam y Punta Pulticub:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

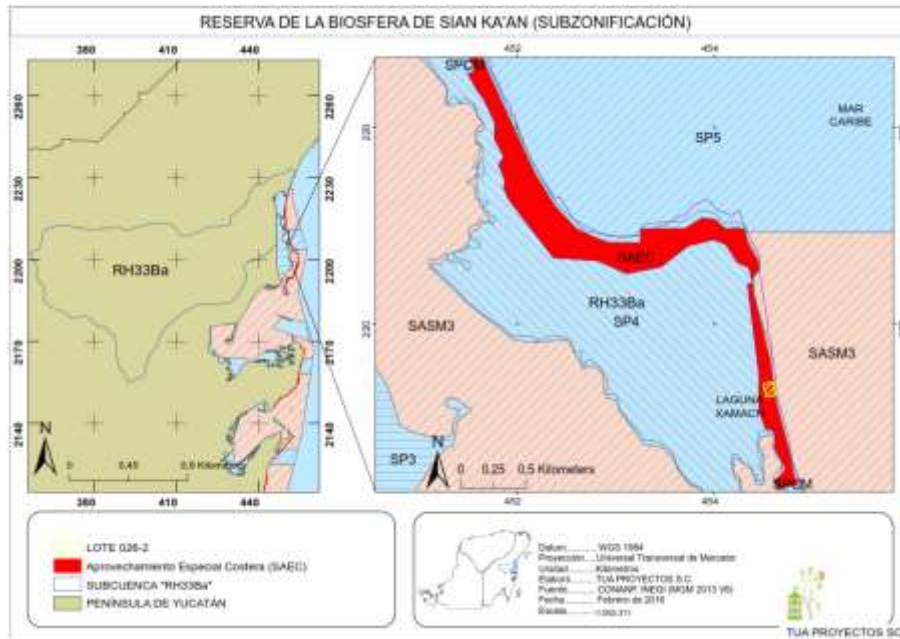


Figura 32. Ubicación del predio Subzona de aprovechamiento Especial Costera, donde incide el proyecto (anexo mapas).

Esta zona se caracteriza por tener vegetación de duna costera típica de la Península de Yucatán, manglares de franja y manglar chaparro; también se ubican zonas alteradas donde existían grandes plantaciones de palma de coco (*Cocos nucifera*). En ella se ubica el campamento conocido como María Elena, fundado por pescadores provenientes de Cozumel, localizado en la porción central de la costa de Sian Ka'an; este campamento es el más alejado y no cuenta con caminos de acceso, además contiene predios de propiedad privada, en donde se permite la realización de actividades turísticas de bajo impacto ambiental y la instalación de infraestructura habitacional y de servicios, congruentes con políticas ambientales que permiten la permanencia de los recursos naturales, generando beneficio público, sin provocar un desequilibrio ecológico grave y sujetos a estrictas regulaciones de uso sustentable de los recursos naturales que se establecen en este Programa de Manejo.

En la siguiente tabla se presentan las actividades permitidas, y su vinculación y cumplimiento por el proyecto:

Tabla 45. Actividades permitidas para la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)

Actividades permitidas	Cumplimiento del proyecto
1. Acuicultura ¹	La empresa promotora no tiene contemplado realizar este tipo de actividad en el predio del proyecto.
2. Apertura de senderos, brechas o caminos	Se contará con un camino de acceso al predio con un ancho máximo de 4 metros, para el cual se requiere de su apertura. Se contará con un camino de acceso a la playa, el cual se limitará a un ancho menor de 1.5 m, destinando el resto a las áreas de conservación, como se muestra en el plano 13.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Actividades permitidas	Cumplimiento del proyecto
3. <i>Colecta científica</i> ² .	No se realizará esta actividad dentro o fuera del predio.
4. <i>Colecta científica</i> ³ .	No se realizará esta actividad dentro o fuera del predio.
5. <i>Construcción de instalaciones de apoyo para la investigación científica, monitoreo del ambiente y administración de la Reserva</i> ⁴ .	No se construirán este tipo de instalaciones dentro o fuera del predio, ya que el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación.
6. <i>Construir infraestructura temporal en las playas arenosas</i> ⁵ .	No se tiene contemplada la construcción de infraestructura temporal en las playas arenosas, ya que la ZOFEMAT colindante con el predio es zona de anidación de tortugas marinas.
7. <i>Construir rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar.</i>	No se tiene contemplada la construcción de rampas para maniobras de remolques de lanchas en la zona lagunar.
8. <i>Construcción, instalación y operación de establecimientos de servicios recreativos y de hospedaje.</i>	El proyecto consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar, no se ofrecerán servicios recreativos ni de hospedaje.
9. <i>Construcción, instalación y operación en vivienda rural.</i>	El proyecto consiste en la construcción de una vivienda rural unifamiliar que será habitada principalmente durante los periodos vacacionales.
10. <i>Desembarco.</i>	No se realizará este tipo de actividad.
11. <i>Educación ambiental.</i>	No se realizará este tipo de actividad.
12. <i>Establecimiento de UMA.</i>	No se realizará este tipo de actividad.
13. <i>Filmaciones, fotografías, la captura de imágenes y sonidos.</i>	Se realizarán este tipo de actividades sin fines lucrativos.
14. <i>Instalar infraestructura de apoyo para actividades de turismo de bajo impacto ambiental, tales como senderos interpretativos, peatonales, andadores elevados miradores, torres para observación de aves.</i>	No se instalará infraestructura de apoyo para actividades de turismo de bajo impacto ambiental, tales como senderos interpretativos, peatonales, andadores elevados miradores, torres para observación de aves. Para el desarrollo del proyecto se tramitará ante la CONANP, los permisos y autorizaciones correspondientes que apliquen al caso.
15. <i>Investigación científica y monitoreo ambiental.</i>	No se realizará este tipo de actividad.
16. <i>Turismo de bajo impacto ambiental</i> ⁷ .	No se realizará este tipo de actividad.

Tabla 46. Actividades NO permitidas para la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)

Actividades NO permitidas	Cumplimiento del proyecto
1. <i>Actividades que impliquen la fragmentación del hábitat</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad, únicamente se hará uso de la superficie permitida para la construcción de una casa habitación unifamiliar y sus obras de apoyo y asociadas de acuerdo con los criterios Ah 8, MAE 20, del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an,

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Actividades NO permitidas	Cumplimiento del proyecto
	así como con las reglas administrativas 22 y 27 del Programa de Manejo de la RBSK.
<i>2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad.
<i>3. Apertura de bancos de material</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad.
<i>4. Aprovechamiento forestal, salvo colecta científica.</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad.
<i>5. Agricultura</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad.
<i>6. Extracción de corales, esponjas o cualquier otra especie o elemento vivo o muerto depositados en las playas por efecto del oleaje 8</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad.
<i>7. Hacer marcas permanentes en árboles plantas.</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad.
<i>8. Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos en cuencas, cenotes y ríos subterráneos, así como remover, rellenar, transplantar, podar o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su Zona de Influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos, salvo las actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizarán ninguna de estas actividades.
<i>9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas invasoras 9</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad.
<i>10. Limpiar, procesar o tirar productos o residuos provenientes de actividades pesqueras.</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizaran estas actividades.
<i>11. Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta científica.</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizaran estas actividades.
<i>12. Pesca en cenotes.</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad.
<i>13. Usar cualquier tipo de red en cualquier cuerpo de agua.</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad.
<i>14. Utilizar partes de pesca no selectivas 10</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se realizará esta actividad.
<i>15. Utilizar vehículos todo terreno o tipo Jeep en grupos de más de cinco unidades, en los caminos de la Reserva. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad, o rebasar el límite de los 40 kilómetros por hora.</i>	Se cumplirá con lo establecido, no se rebasará la velocidad máxima permitida, ni se afectará la biodiversidad.
<i>16. La construcción de infraestructura para hospedaje, vivienda rural o servicios en la zona</i>	Tal y como se puede apreciar en el plano 12 del anexo planos, la casa habitación se ubica fuera del

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Actividades NO permitidas	Cumplimiento del proyecto
<i>comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna ni entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares, excepto andadores elevados.</i>	parte aguas de la duna siendo el único elemento que pasa por esta zona el sendero peatonal de arena que da acceso hacia la playa, también se cumple con la prohibición de construir infraestructura entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución del manglar, ya que tanto la casa habitación como sus obras de apoyo y asociadas se ubicarán en la zona de palmar natural.
17. <i>No se permite la pavimentación de los caminos costeros o senderos existentes.</i>	Se cumple con esta restricción ya que el camino Tulum-Punta Allen queda tal y como se encuentra actualmente, el camino de acceso al predio será de arena y el sendero que irá de la casa a la ZOFEMAT será de madera y piloteado.
18. <i>Remover la vegetación natural en el cordón de la duna, con excepción de la apertura de senderos peatonales no pavimentados.</i>	Se respeta la vegetación del parte-aguas de la duna, ya que la cresta del cordón de duna se ubica en el tercio medio tiene una altura máxima de 7.5 m.s.n.m. y el proyecto se localizará entre las curvas de nivel de 0.5 a 5.5 m.s.n.m. en la parte norte y centro y entre la de 0.5 y 5.0 m.s.n.m. en la porción sur, dejando intacta la vegetación de duna excepto por los 3.26 m2 que se utilizarán para el andador de acceso a la playa, que tendrá un ancho máximo de 0.90 m y este será en forma de zig zag como lo marca el criterio y piloteado.



Figura 33. Ubicación de la construcción respecto al parteaguas de la duna y la vegetación del cordón de duna (ver Anexo planos 11).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Actividades NO permitidas	Cumplimiento del proyecto
19. <i>Cualquier actividad que requiera la instalación y anclaje en el lecho de los cuerpos de agua, de infraestructura flotante o de infraestructura fija piloteada en el lecho de los cuerpos de agua.</i>	No se realizarán actividades que requieran la instalación y anclaje en el lecho de los cuerpos de agua, de infraestructura flotante o de infraestructura fija piloteada en el lecho de los cuerpos de agua.

¹ Únicamente con especies nativas y que no requieran instalaciones, que no alteren flujos hídricos y que no impliquen la remoción o afectación del manglar.

² Conforme a lo previsto por el Artículo 2, fracción VI, del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

³ Conforme a lo previsto por el Artículo 2, fracción VII, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

⁴ Siempre que no implique remoción de manglar.

⁵ De un poste y hoja de palma o pasto, y exclusivamente en las playas arenosas y fuera de los sitios de anidación de tortugas.

⁶ Exclusivamente una en la Laguna Caapechén, una en la Laguna Boca Paila, una en San Miguel-Xamach, una en Laguna Pájaros y dos en el Río Temporal, con una distancia promedio de ocho kilómetros entre ellas, y que no afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar o su remoción.

⁷ Tales como acampar, ciclismo, observación de flora y fauna y senderismo interpretativo.

⁸ Incluida la recolección de aquello que se deposita en la arena por efecto del oleaje.

⁹ Conforme a lo establecido en las fracciones XIV y XVIII del Artículo 3°, de la Ley General de Vida Silvestre

¹⁰ De conformidad con la Reglas Administrativas 82 y 84.

III.3.2. Reglas Administrativas del Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

A continuación, se analiza el cumplimiento del proyecto de las reglas administrativas del Programa de Manejo de la RBSK.

Tabla 47. Análisis del proyecto respecto a la Reglas administrativas

Reglas	Cumplimiento
Sección I.	
Regla 1. <i>Las presentes Reglas Administrativas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Tulum, Felipe Carrillo Puerto y Bacalar, estado de Quintana Roo, la cual incluye una superficie de 528 mil 147-66-80 hectáreas.</i>	En cumplimiento a la presente regla se describe en este apartado la vinculación del proyecto con cada una de las reglas administrativas del Programa de Manejo de la Reserva de Sian Ka'an según el Acuerdo del D. O. F. del 23 de enero de 2015.
Regla 2. <i>La aplicación de las presentes Reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la CONANP, en coordinación con la Secretaría de Marina, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con el decreto de creación del Área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.</i>	En virtud de que las instancias correspondientes para verificar el cumplimiento del presente programa y su reglamento son la SEMARNAT (a través de la CONANP) y la Secretaría de Marina sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias, la empresa promovente cumplirá con cada una de las recomendaciones que se realicen por las instituciones antes mencionadas.
Regla 3. <i>Para efectos de lo previsto en las presentes reglas se estará a las definiciones que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente,</i>	Para efectos de la vinculación del proyecto con el presente reglamento se hace uso del glosario descrito en la presente regla.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
<p>en su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, así como a las siguientes:</p> <p>Regla 4. Los visitantes, prestadores de servicios turísticos y usuarios, en su caso, de la Reserva deberán cumplir con las presentes reglas administrativas y tendrán las siguientes obligaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos; II. Hacer uso exclusivamente de las rutas o senderos establecidos para recorrer la Reserva; III. Respetar las rutas, senderos, boyas, balizas, señalización y la subzonificación de la Reserva; IV. Atender las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección de la Reserva o por la PROFEPA, relativas a asegurar la protección y conservación de los ecosistemas de la misma; V. Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP y la PROFEPA realice labores de inspección, vigilancia, protección y control, en el ámbito de sus competencias, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia, y VI. Hacer del conocimiento del personal de la Dirección de la Reserva o de la PROFEPA, las irregularidades que hubieren observado, durante su estancia en el área. 	<p>Se cumplirá con lo establecido en la presente regla tal y como se describe a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. De ser necesario se cubrirán las cuotas establecidas por la Ley Federal de Derechos. II. Únicamente se hará uso del camino Tulum-Punta Allen, así como del camino de acceso en el predio y el sendero hacia la ZOFEMAT que se permitan abrir por medio del presente documento. III. En cada una de las etapas del proyecto se respetarán las rutas, senderos, boyas, balizas, señalización y la subzonificación de la Reserva; IV. En todas las etapas del proyecto se atenderán las recomendaciones y observaciones formuladas por la Dirección de la Reserva o por la PROFEPA, relativas a asegurar la protección y conservación de los ecosistemas de la misma. V. En todas las etapas del proyecto se brindará el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP y la PROFEPA realice labores de inspección, vigilancia, protección y control, en el ámbito de sus competencias, así como a cualquier otra autoridad competente en situaciones de emergencia o contingencia, y VI. En cada una de las etapas del proyecto se hará del conocimiento del personal de la Dirección de la Reserva o de la PROFEPA, las irregularidades que hubieren observado, durante su estancia en el área.
<p>Regla 5. La Dirección de la Reserva podrá solicitar a los visitantes o prestadores de servicios turísticos la información que a continuación se describe, con la finalidad de hacer recomendaciones en materia de residuos sólidos; prevención de incendios forestales y protección de los elementos naturales existentes en el área; así como para obtener información que se utilice en materia de protección civil y protección al turista:</p> <p>Descripción de las actividades a realizar; Tiempo de estancia; Lugares a visitar, y Origen del visitante.</p>	<p>Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, antes de ingresar a la reserva todo trabajador y los mismos habitantes de la casa habitación se reportarán con el personal de la reserva para ingresar a ésta.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
Regla 6. La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an estará abierta para los turistas y visitantes en un horario de las 07:00 hrs. a las 18:00 hrs. todos los días.	Dando cumplimiento a la presente regla el personal que labore durante las diferentes etapas del proyecto cumplirá con el horario establecido, entrando a las 7 am y saliendo como máximo a las 18: 00 horas
Sección II. Disposiciones aplicables a las actividades que se realizan en la Reserva	
Regla 7. En los caminos del interior de la Reserva los vehículos todo terreno o tipo Jeep® solo podrán transitar en grupos de cinco unidades como máximo, con intervalos de 10 minutos entre cada grupo. Asimismo, durante los recorridos queda prohibido perturbar el entorno o dañar la biodiversidad y rebasar el límite de los 40 kilómetros por hora.	No se contempla realizar recorridos en grupos y se respetará la velocidad máxima permitida, cuidando no afectar la biodiversidad de la reserva.
Regla 8. Las y los usuarios de la Reserva deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarla fuera de la Reserva en los sitios autorizados por las autoridades municipales.	La empresa promovente implementará durante las diferentes etapas del proyecto un Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos, para garantizar la correcta disposición de los mismos.
Regla 9. Cualquier persona que realice actividades dentro de la Reserva, que requieran autorización, está obligada a presentarla cuantas veces le sea requerida en la Dirección de la Reserva y de la PROFEPA.	De ser obtenida la autorización para el presente proyecto, la empresa mantendrá en el predio copia del resolutivo de autorización, y en las oficinas del promovente el original.
Regla 10. En toda la Reserva queda prohibido usar cuatrimotos, motos acuáticas, jet sky, wave runners y cualquier otro artefacto no especificado para realización de actividades turístico-recreativas, excepto para las actividades de monitoreo ambiental e investigación científica, así como para la supervisión por parte de la Dirección de la Reserva y vigilancia a cargo de la PROFEPA y de otras dependencias de la Administración Pública Federal competentes, así como en situaciones de emergencia o contingencia ambiental.	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, no se hará uso de cuatrimotos, motos acuáticas, jet sky, wave runners y cualquier otro artefacto no especificado para realización de actividades turístico-recreativas.
Regla 11. En toda la Reserva queda prohibido aproximarse a menos de 30 metros de agrupaciones o individuos de aves o reptiles, o de sus nidos y realizar actividades que causen alteraciones o perturbación a los mismos, excepto cuando se trate de actividades de investigación científica y se cuente con los permisos correspondientes.	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, se darán pláticas a todo el personal que labore en las diferentes etapas del proyecto con el fin de informar sobre la presente restricción.
Regla 12. En toda la Reserva queda prohibido encender fogatas, así como dejar materiales que impliquen riesgos de incendios.	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, indicando a los trabajadores y a los habitantes de la casa que está estrictamente prohibido encender fogatas, así como dejar materiales que impliquen riesgos de incendios.
Regla 13. En toda la Reserva queda prohibido verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante.	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, se tomarán las medidas de prevención necesarias en cada una de las etapas del proyecto con el fin de evitar la contaminación en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, por medio de la implementación de un

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
	Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos en prevención de cualquier actividad contaminante, adicionalmente se contará con una micro-planta de tratamiento de aguas residuales y un humedal artificial, como un doble sistema de tratamiento de las aguas residuales.
Regla 14. <i>En toda la Reserva queda prohibido pavimentar los caminos.</i>	Se cumplirá con la presente regla, no se pavimentará ningún camino o sendero.
Regla 15. <i>En la Reserva queda prohibido el uso de bronceadores o bloqueadores solares que no sean biodegradables.</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, se usarán únicamente bloqueadores solares biodegradables.
Regla 16. <i>Dentro de la Reserva está prohibido usar cualquier aparato de sonido que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de vida silvestre.</i>	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, no se hará uso de aparatos de sonido que alteren el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de vida silvestre
Regla 17. <i>Queda prohibido utilizar dardos o compuestos químicos y cualquier otro equipo, sustancia o método que dañen a los organismos de la flora y fauna silvestres, terrestres o acuáticas, o efectuar cualquier actividad que ponga en riesgo o altere los ecosistemas y sus elementos, así como hacer marcas permanentes en árboles o plantas.</i>	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, no se utilizarán dardos o compuestos químicos y cualquier otro equipo, sustancia o método que dañen a los organismos de la flora y fauna silvestres, terrestres o acuáticas, o efectuar cualquier actividad que ponga en riesgo o altere los ecosistemas y sus elementos, así como hacer marcas permanentes en árboles o plantas.
Regla 18. <i>Queda prohibido capturar, remover, extraer, retener fauna silvestre, salvo para la colecta científica que cuente con autorización.</i>	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, salvo la fauna que tenga que ser reubicada por las labores de desmonte y despalme, donde estos ejemplares se trasladaran a las áreas de conservación del mismo predio. Aunque es de resaltar que durante los muestreos no se registró fauna en el predio a excepción de aves de paso y algunos reptiles.
Regla 19. <i>La edificación en predios particulares de menos de 50 metros de frente al Mar Caribe, que no tengan frente a éste o con menos de media hectárea, se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 75 metros cuadrados de superficie construida.</i>	La presente regla no es aplicable al proyecto, que tiene 100 m de frente al mar.
Regla 20. <i>La edificación en predios particulares con un frente de playa de 50 metros o mayor de media hectárea solo se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 100 metros cuadrados de superficie construida.</i>	La presente regla no es aplicable al proyecto, que tiene 100 m de frente al mar.
Regla 21. <i>La edificación en predios particulares con un frente de playa menor a 100 metros y al menos una hectárea, se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 200 metros cuadrados de superficie construida.</i>	Por las dimensiones del predio la presente regla no es aplicable al proyecto.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
Regla 22. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 metros o más y con menos de una hectárea se podrá construir una vivienda rural de tipo unifamiliar de hasta 200 metros cuadrados de superficie construida.	El predio cuenta con un frente de 100 metros lineales y una superficie de 7,578.92 m ² , por lo que la casa habitación tendrá una superficie de construcción de obras techadas de 192.99. Los detalles de las áreas techadas y las áreas no techadas en la planta baja del predio se muestran en plano 2 de anexo planos.
Regla 23. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 metros o más y entre una a dos hectáreas podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 300 metros cuadrados de superficie construida.	Por las dimensiones del predio la presente regla no es aplicable al proyecto.
Regla 24. La edificación en predios particulares con un frente de playa de 100 metros o más y con más de dos hectáreas, solo podrán desarrollar una casa habitación de tipo unifamiliar de hasta 400 metros cuadrados de superficie construida.	Por las dimensiones del predio la presente regla no es aplicable al proyecto.
Regla 25. Las edificaciones no excederán los dos niveles y los ocho metros de altura.	El proyecto contará con una altura máxima de 8 metros a partir del nivel natural del suelo tal y como se puede apreciar en la figura 31, en el plano de perfiles en el anexo 3, plano 7.
Regla 26. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) se podrá construir infraestructura turística o de vivienda rural, la cual solamente podrá efectuarse en el tercio medio del predio del sentido norte-sur, dejando los extremos o colindancias con otros predios sin construir, conservando los elementos más importantes de la vegetación que en ellos se encuentren.	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, ya que todas las obras del proyecto se ubicarán en el tercio medio del mismo tal y como se puede apreciar la figura 30 y en el Anexo 3, plano 12 del anexo planos. En el caso de las áreas de cambio de uso de suelo se contará con un programa de rescate, reubicación de flora y restauración de área de maniobras para conservar los elementos más importantes de la vegetación.
Regla 27. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) solo se permite la construcción de un camino de acceso no pavimentado a cada 100 metros, a los predios de propiedad privada, con una amplitud máxima de cuatro metros.	Se contará con un camino de acceso al predio en el tercio medio, así también se cumple con el presente criterio ya que la máxima amplitud del camino es de 4 m (ver plano 2 en anexo 3).
Regla 28. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) se prohíbe contar con más de un pozo por predio con vivienda unifamiliar.	No se contará con pozos, ya que el agua se adquirirá mediante pipas en el poblado de Tulum. En caso de requerirse se solicitará la autorización necesaria ante la CONAGUA.
Regla 29. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no se podrán instalar y ofrecer servicios públicos de playa o de campamento en lotes menores de 350 metros de frente de playa, con la finalidad de evitar la fragmentación del hábitat.	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, no se ofrecerán servicios turísticos en el predio del proyecto, ya que el proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar.
Regla 30. En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) no se podrán instalar y ofrecer servicios comerciales de cuartos tipo hotelero en lotes menores de 600 metros de frente de playa, con la finalidad de evitar la fragmentación del hábitat.	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, no se ofrecerán servicios comerciales de cuartos tipo hotelero en el predio del proyecto, ya

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
	que el proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar.
Regla 31. <i>En la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) los servicios de hospedaje y otros complementarios para la recreación y turismo solo podrán ser instalados en los predios de propiedad privada que cuenten con una longitud de frente de playa igual o mayor a 600 metros. En dichos predios se podrán instalar un máximo de 20 cuartos tipo hotelero. En el caso de que la longitud de frente de playa sea mayor se podrán instalar cuartos adicionales en función de un máximo de cuatro cuartos por cada 100 metros o su equivalencia si la longitud es intermedia.</i>	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, no se ofrecerán servicios comerciales de cuartos tipo hotelero en el predio del proyecto, ya que el proyecto consiste en una casa habitación unifamiliar.
Regla 32. <i>En las Subzonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Costero-Marina Boca Paila (SASRN-CMBP) no se podrán subdividir con fines de construcción de predios de propiedad privada cuando, por lo menos un lote resultante de esta división, no cuente con un mínimo de 100 metros de frente al Mar Caribe, para evitar la fragmentación del hábitat.</i>	Como se menciona en la escritura número 128,745, párrafo II, de la sección correspondiente a antecedentes (Anexo 1); que originalmente el predio rústico denominado Punta San Juan fracción IV, del Municipio de Solidaridad (Ahora Municipio de Tulum), Estado de Quintana Roo; que por escritura número 391 se hizo constar la subdivisión del inmueble, del cual resultaron seis predios todos con un frente de playa de 100 m; de dicho antecedente se da origen al predio Lote 026-2 con un frente de playa de 100 m.
Regla 33. <i>En las Subzonas de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Costero-Marina Boca Paila (SASRN-CMBP):</i> <ul style="list-style-type: none"> a) No se podrán construir viviendas e infraestructura permanente de cuartos tipo hotelero o de vivienda rural o servicios en la zona comprendida entre el litoral y el parteaguas de la duna y entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares. b) No se podrán realizar obras y actividades que obstruyan los accesos a las playas. c) No se podrá remover la vegetación natural en el cordón de duna, con la excepción de andadores elevados o la apertura de senderos peatonales menores de 1.5 metros de ancho, paralelos a la costa, o en forma de zigzag si son perpendiculares a la costa. d) No se podrán usar plataformas flotantes, embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva. e) La superficie de los predios libre de construcción será destinada exclusivamente a la conservación de las condiciones naturales del sitio. f) Las casas habitacionales, viviendas rurales, los asentamientos humanos y los desarrollos turísticos 	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla y en cada uno de sus incisos. <ul style="list-style-type: none"> a) La casa habitación y sus obras de apoyo y asociadas se ubicarán detrás del parteaguas de la duna, dejando como área de conservación el litoral y el parteaguas de la duna y el área comprendida entre el borde del sistema acuático y el límite de distribución de los manglares, con excepción del sendero de acceso a la ZOFEMAT. b) No se realizarán obras y actividades que obstruyan los accesos a las playas. c) La vegetación que se ubica en el cordón de duna será respetada, únicamente se removerá la vegetación de la superficie correspondiente para el andador piloteado hacia la playa de la cual es de 0.87 m² de palmar natural y 3.04 de vegetación de duna costera. La superficie de 447.86 que ocupa el proyecto no sobrepasará la cota de los 5.5 m, respetando la vegetación del parte-aguas de la duna. El predio cuenta con un cordón de duna con 2 crestas cuya altura máxima es de 7.5 m.s.n.m., la primer cresta de la duna se ubica en el norte del predio casi en la colindancia con el lote 26-1, la

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
<p>deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de residuos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva.</p> <p>g) .Las casas habitacionales, viviendas rurales, los desarrollos turísticos de hospedaje, los servicios y en general cualquier edificación que genere aguas residuales deberán contar con sistemas integrales de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales.</p> <p>h) Las aguas residuales deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo y deberá cumplir con la Norma Oficial Mexicana Nom-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales o las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.</p> <p>i) Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que permita, que el peso seco de los lodos que ahí se generen sean menores a 180 gramos por metro cúbico de agua tratada. Además, deberán contar con un programa operativo que considere la estabilización de los lodos, así como su disposición final fuera de la Reserva.</p> <p>j) En caso de que se requiera la instalación de sistemas de riego, ésta deberá estar articulada a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>k) No se deberán depositar residuos en cualquier cuerpo de agua natural.</p> <p>l) Debido a la dirección de las corrientes subterráneas de agua dulce en la zona norte de la Reserva, las instalaciones para el manejo de las aguas servidas serán instaladas al oriente del predio desde la entrada de la Reserva hasta el inicio de la Laguna Xamach y al poniente del mismo a partir de la Laguna Xamach hasta Punta Allen, con el fin de evitar su contaminación.</p> <p>m) Los predios de propiedad privada y los desarrollos turísticos permitirán el acceso a playas al menos cada mil metros en promedio, con una amplitud mínima de dos metros y máxima de tres metros.</p> <p>n) No se podrán instalar ni construir pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.</p>	<p>segunda cresta de 7.5 m.s.n.m. se ubica en la parte central del predio frente a la parte norte de la casa, entre esta cresta y la casa hay una distancia de 4.10 m aproximadamente, frente a la parte sur de la casa hay otra cresta de duna, esta tiene una altura de 7.0 m.s.n.m. de altura y entre la casa y esta cresta existe una distancia aproximada de 7.39 m.</p> <p>d) No se usarán plataformas flotantes, embarcaciones fijas para recreación, la instalación de palafitos o embarcaciones para la prestación de servicios de hospedaje en toda la zona lagunar, bahías y zona marina de la Reserva.</p> <p>e) La superficie del predio libre de construcción será destinada exclusivamente a la conservación de las condiciones naturales del sitio.</p> <p>f) La casa habitación contará con un programa integral de reducción, separación y disposición final de residuos sólidos inorgánicos fuera de la Reserva mismo que se anexa al presente estudio.</p> <p>g) La casa habitación contará con un sistema integral de minimización, colecta, manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales compuesto por una micro-planta de tratamiento y un humedal artificial.</p> <p>h) Las aguas tratadas que se generen en el proyecto se usarán para el riego de las áreas naturales cumpliendo con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. También se cumplirá con las condiciones particulares de descarga de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, ya que el sistema de tratamiento de agua no genera lodos orgánicos, por ello, no se requiere extraerlos para su proceso, ver anexo técnico 6.</p> <p>i) El sistema de tratamiento que se propone instalar minimiza la generación de lodos al 0%, por lo que no será necesario retirar lodos del sistema, ver anexo 5 en Anexos técnicos.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
	<p>j) No se instalará un sistema de riego, ya que el riego se hará de forma manual y únicamente cuando haya un exceso de agua en el humedal.</p> <p>k) No se depositarán residuos en ningún cuerpo de agua natural o algún otro lugar que no sea un contendor.</p> <p>l) Con el fin de no fraccionar la vegetación del lado oeste del predio debido al alto grado de conservación que presenta y, que la porción oeste (poniente) por su elevación respecto al nivel del agua de la laguna Xamach tiende a inundarse fácilmente (lo cual representa un riesgo para la operación y funcionamiento de las instalaciones para el manejo de las aguas servidas), se solicita que se permita instalar el sistema de tratamiento en la porción central del predio, adyacente al camino de terracería. Al respecto cabe resaltar que el sistema propuesto es muy seguro y en los sitios donde se ha instalado no ha presentado problemas de fugas o algún otro problema que pudiera ocasionar la contaminación del manto freático.</p> <p>m) De ser requerido por la autoridad la empresa promovente dará acceso a la playa.</p> <p>n) No se instalarán ni construirán pistas aéreas, ni la reactivación o reinstalación de aquellas clausuradas o en desuso.</p>
<p>Regla 41. Las y los prestadores de servicios turísticos que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro de la Reserva deberán cerciorarse de que su personal y las y los visitantes que contraten sus servicios cumplan con lo establecido en la presentes Reglas, y en la realización de sus actividades serán sujetos de responsabilidad en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p> <p>La Dirección de la Reserva no se hará responsable por los daños que sufran las y los visitantes o usuarios en sus bienes, equipos o integridad física, ni de aquellos causados a terceros durante la realización de sus actividades dentro de la misma.</p>	<p>No se ofrecerán servicios turísticos, pero todo personal que ingrese al proyecto estará informado sobre las reglas que se deben cumplir dentro de la reserva.</p> <p>De conformidad con las presentes reglas y en demostración al cumplimiento de la norma, ley y reglamento que se mencionan se anexa el estudio en que se demuestra la eficiencia de este sistema de tratamiento, ya que el agua tratada cumple con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996 de acuerdo a los parámetros que se muestran en la Tabla 41 y en el anexo 2.6</p>
<p>Regla 42. Los prestadores de servicios que pretendan desarrollar actividades turísticas dentro de la Reserva deberán observar lo siguiente: Informar a los usuarios que están ingresando a un área natural protegida, en la cual se desarrollan acciones para la conservación de la biodiversidad y en general de los recursos</p>	<p>No se brindará este tipo de servicio o algún otro servicio, el proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar para disfrute de sus dueños. De realizarse alguna actividad turística dentro de la reserva será</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
<p>naturales y la protección del entorno natural, y hacer de su conocimiento la importancia de su conservación y la normatividad que deberán cumplir durante su estancia, pudiendo apoyar esa información con material gráfico y escrito;</p> <p>Observar un intervalo entre salidas de embarcaciones de al menos 20 minutos, tanto para las embarcaciones provenientes del muelle de la laguna Muyil como del sistema lagunar Boca Paila, quienes registrarán su salida en la caseta de vigilancia Muyil y centro de visitantes Caapechén, respectivamente;</p>	<p>mediante una empresa autorizada para prestar dicho servicio y cumpliendo con cada uno de los puntos establecidos en la presente regla.</p> <p>No se hará uso de embarcaciones en ninguna de las etapas del proyecto, si se llegan a utilizar se contratarían los servicios locales.</p>
<p>Regla 43. Los prestadores de servicios turísticos deberán contar con un seguro de responsabilidad civil y de daños a terceros, con la finalidad de responder de cualquier daño o perjuicio que sufran en su persona o en sus bienes los turistas, así como de los que sufran los vehículos y equipo, o aquellos causados a terceros durante su estancia y desarrollo de actividades dentro de la Reserva.</p> <p>Asimismo, deberá designar un guía por cada grupo de turistas, que será responsable el comportamiento del grupo y deberá contar con conocimientos básicos sobre la importancia y la conservación de la Reserva.</p>	<p>No se brindará este tipo de servicio o algún otro servicio, el proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar para disfrute de sus dueños.</p>
<p>Regla 44. Los guías que presenten sus servicios en la Reserva deberán cumplir, según corresponda, con lo establecido en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas: NOM-05-TUR-2003, requisitos mínimos de seguridad a que deben sujetarse las operadoras de buceo para garantizar la prestación del servicio;</p> <p>NOM-08-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural;</p> <p>NOM-09-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas, y</p> <p>NOM-011-TUR-2011, Requisitos de seguridad información y operación que deben cumplir los prestadores de servicios de Turismo de Aventura.</p>	<p>No se brindará este tipo de servicio o algún otro servicio, el proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación unifamiliar para disfrute de sus dueños.</p>
<p>Regla 45. Los visitantes deberán observar las siguientes disposiciones durante su estancia en la Reserva:</p> <p>No dejar materiales que impliquen riesgo de incendios para la Reserva;</p> <p>No alterar el orden y condiciones del sitio que visitan (disturbios auditivos, molestar, remover, extraer, retener, coleccionar o apropiarse de vida silvestre y sus productos, apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico y cultural);</p> <p>Las actividades de campismo se podrán realizar únicamente dentro de las subzonas SUP1, SUP2 y SUP3, SAH, SAEC y SAS-CMBP, conforme a la subzonificación establecida en el Programa de Manejo y sin excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno donde se acampe;</p> <p>Deberán llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y</p>	<p>Se cumplirá con cada una de las restricciones que se presentan en esta regla.</p> <p>No se dejarán materiales que impliquen riesgo de incendios para la Reserva;</p> <p>No se alterará el orden y condiciones del sitio que se visite (disturbios auditivos, molestar, remover, extraer, retener, coleccionar o apropiarse de vida silvestre y sus productos, apropiarse de fósiles o piezas arqueológicas, ni alterar los sitios con valor histórico y cultural);</p> <p>Si se llegasen a realizar actividades de campismo únicamente se realizarían dentro de las subzonas SUP1, SUP2 y SUP3, SAH, SAEC y SAS-CMBP,</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
<p><i>El embarque y desembarque deberá efectuarse exclusivamente en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y subzonificación del presente instrumento.</i></p>	<p>conforme a la subzonificación establecida en el Programa de Manejo y sin excavar, nivelar, cortar o desmontar la vegetación del terreno donde se acampe;</p> <p>Se colectarán y dispondrán en el lugar adecuado los residuos sólidos generados durante el desarrollo de las actividades, y</p> <p>No se realizará el embarque y desembarque fuera de los sitios previstos en el apartado de Zonificación y subzonificación del presente instrumento.</p>
<p>Regla 46. <i>Dentro de la Reserva, todos los vehículos deberán transitar exclusivamente por las rutas y senderos existentes a una velocidad máxima de 40 km/h, para que no se provoquen perturbaciones y daño a la flora y fauna silvestre, así como estacionarse exclusivamente en los lugares señalizados para tal efecto.</i></p>	<p>Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, se transitará exclusivamente por las rutas y senderos existentes a una velocidad máxima de 40km/h, y se utilizarán únicamente los sitios señalizados para estacionarse. Con relación a los transportistas relacionados con la obra del proyecto se les hará la recomendación de transitar a una velocidad máxima de 40 km/h.</p>
<p>Regla 47. <i>Las actividades de buceo libre y autónomo estarán sujetas a lo siguiente: El tamaño máximo de los grupos es de 6 visitantes acompañados por un guía; Mantener una distancia no menor de 2.5 metros de las formaciones coralinas; Únicamente el instructor de buceo podrá portar cuchillo; Queda prohibido el uso de guantes; En las actividades buceo libre será obligatorio la utilización de chalecos salvavidas para todos los usuarios y guías, y En las actividades buceo autónomo es obligatoria la supervisión de un instructor de buceo acreditado, y las embarcaciones deberán estar sujetas a las boyas de amarre.</i></p>	<p>De realizarse actividades de buceo libre y autónomo será mediante una empresa autorizada para prestar dicho servicio y cumpliendo con cada uno de los puntos establecidos en la presente regla.</p>
<p>Regla 48. <i>Todo investigador que ingrese a la Reserva con el propósito de realizar colecta con fines científicos deberá notificar a la Dirección de la Reserva sobre el inicio de sus actividades, adjuntando una copia de la autorización con la que se cuente; asimismo, deberá informar al mismo del término de sus actividades y hacer llegar a la Dirección de la Reserva una copia de los informes exigidos en dicha autorización.</i></p>	<p>No se realizarán este tipo de actividades, el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar.</p>
<p>Regla 49. <i>Quienes realicen actividades de colecta científica dentro de la Reserva, deberán destinar al menos un duplicado del material biológico colectado a instituciones o colecciones científicas mexicanas, en términos de lo establecido por la LGVS.</i></p>	<p>No se realizarán este tipo de actividades, el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar.</p>
<p>Regla 50. <i>La colecta científica a que hace referencia el artículo 2o., fracción VII del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, deberá realizarse respetando el hábitat de las especies de flora o fauna</i></p>	<p>No se realizarán este tipo de actividades, el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
silvestres en riesgo y deberá hacerse de tal manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.	
Regla 51. Para el desarrollo de colecta e investigación científica en las distintas subzonas que comprende la Reserva de la Biosfera, y salvaguardar la integridad de los ecosistemas y de los investigadores, estos últimos deberán sujetarse a los lineamientos y condicionantes establecidos en la autorización respectiva y la NOM-126-SEMARNAT-2000, Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional, el Decreto de creación de la Reserva, las presentes Reglas y demás disposiciones legales aplicables.	No se realizarán este tipo de actividades, el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar.
Regla 52. Los investigadores que como parte de su trabajo requieran extraer de la región ejemplares de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales, deberán contar con la autorización por parte de las autoridades correspondientes, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia, con el objeto de evitar la fragmentación de los ecosistemas.	No se realizarán este tipo de actividades, el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar.
Regla 53. La colecta científica, tanto de vida silvestre como de recursos biológicos forestales se llevará a cabo con el consentimiento previo expreso e informado del propietario o poseedor legítimo del sitio donde ésta se realice, con apego a las disposiciones jurídicas correspondientes.	No se realizarán este tipo de actividades, el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar.
Regla 54. En el caso de organismos capturados accidentalmente, éstos deberán ser liberados en el sitio de la captura.	Los organismos que se capturen por presentarse en áreas de aprovechamiento autorizadas serán liberados en las áreas de conservación del predio o del sistema ambiental.
Regla 55. El establecimiento de campamentos para actividades de investigación científica se podrá realizar sólo en los sitios previstos en el apartado de Zonificación y subzonificación del presente instrumento quedando sujeto a los términos especificados en la autorización, así como a lo previsto en la fracción III de la Regla 45.	No se realizarán este tipo de actividades, el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar.
Regla 56. Todas las embarcaciones que ingresen a la Reserva deberán cumplir con las disposiciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, conforme a lo indicado en el Certificado Nacional de Seguridad Marítima correspondiente. Tratándose de embarcaciones extranjeras éstas deberán cumplir con las disposiciones legales aplicables en la materia.	No se contará con embarcaciones, en caso de querer realizar alguna actividad en el mar o la laguna se contratará el servicio de alguna empresa que cuente con sus autorizaciones vigentes para prestar servicios dentro de la Reserva.
Regla 57. En los canales, áreas de anidación de aves acuáticas y áreas de buceo de las subzonas SUR2, SP2, SP3, SP5, SASM1, SASM2, SASM3, SUP1, SUP2, SUP3 y SASMBP, la velocidad máxima será de 4 nudos, o aquella que reduzca al mínimo los efectos del oleaje sobre la orilla y no provoque suspensión de sedimentos del fondo.	
Regla 58. Dentro de la Reserva no podrán realizarse actividades de limpieza de las embarcaciones, así como reparaciones y abastecimiento de combustible, o cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico del área natural protegida.	
Regla 59. Cualquier embarcación que encalle en los arrecifes deberá ser reportada a la Dirección de la Reserva, PROFEPA o SEMAR,	

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
<p>para que se determine la forma en que será rescatada causando el menor daño a las formaciones arrecifales atendiendo a los lineamientos y disposiciones jurídicas en la materia.</p> <p>Regla 60. En caso de emergencia, la reparación de motores u otros equipos que puedan tener como consecuencia derrame de combustibles o aceites, deberá evitarse el vertimiento de los mismos en los cuerpos de agua de la Reserva, a fin de evitar daño a los ecosistemas.</p> <p>Regla 61. Dentro de la Reserva sólo se permitirá el anclaje zonas de fondo arenoso, libres de arrecifes, la embarcación deberá quedar fija al fondo para evitar el garreo de la misma.</p> <p>Regla 62. Los dueños o poseedores de embarcaciones y los prestadores de servicios que circulen dentro del polígono de la Reserva instrumentarán a bordo de sus embarcaciones el uso de trampas para grasas u otros mecanismos similares, para evitar que las aguas de las sentinas se mezclen con los combustibles grasas y aceites y sean vertidas en el área.</p> <p>Regla 63. Las embarcaciones que posean servicio de sanitarios, deberán contar con contenedores para aguas residuales. Es responsabilidad de los prestadores de servicios descargar las aguas residuales y desperdicios orgánicos de comida fuera de la Reserva, en los sitios que para tal efecto destinen las autoridades competentes.</p>	
<p>Regla 64. Para el aprovechamiento de leña para uso doméstico en la Reserva deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-012SEMARNAT-1996, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico.</p>	<p>No se realizará el aprovechamiento de leña de la Reserva en ninguna etapa del proyecto.</p>
<p>Regla 65. El aprovechamiento de subsistencia en la Reserva se podrá llevar a cabo por los pobladores de la Reserva, siempre y cuando no se ocasionen daños permanentes a los ecosistemas de conformidad con las disposiciones legales aplicables.</p>	<p>La implementación del proyecto de la casa habitacional unifamiliar no involucra el aprovechamiento de subsistencia.</p>
<p>Regla 66. Sólo se podrán realizar actividades de reforestación con variedades de coco (<i>Cocos nucifera</i>) en las subzonas SPCM, SAEC y SAS-CMBP, hasta un 50% del frente al mar de cada predio, de modo que la vegetación de duna pueda regenerarse en el 50% restante.</p>	<p>En el predio se registraron áreas de arenales naturales debido a que desde el 2000, de acuerdo a una ortofoto del INEGI del año 2000, existen áreas sin vegetación sobre la duna. En caso de realizarse actividades de reforestación frente al mar, se cumplirá con lo establecido en la presente regla y únicamente se utilizará la palma de coco (<i>Cocos nucifera</i>) hasta un 50% del predio, de modo que la vegetación de duna pueda regenerarse en el 50% restante (Anexo técnico 1).</p>
<p>Regla 67. Sólo se permitirá la instalación de muelles o embarcaderos rústicos en las lagunas costeras que se ubican en la SAEC debiendo guardar una distancia mínima de 300 metros entre ellos en la costa norte y 900 metros en la costa centro y no incluirán la construcción de rampas o accesos para vehículos terrestres, por lo que el acceso será peatonal sobre la prolongación del muelle sobre pilotes hasta tierra firme y sin afectar el manglar.</p>	<p>No se contempla la construcción de muelles.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
Regla 68. La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse en las sub zonas que así o establezcan mediante líneas manuales, y estará sujeta a lo previsto por la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, en caso de realizar pesca de autoconsumo, esta se realizará en las áreas autorizadas.
Regla 69. Los interesados en realizar actividades productivas vinculadas a la pesca comercial y deportivo-recreativa dentro de la Reserva deben contar con el permiso correspondiente emitido por la SAGARPA y para la pesca comercial con la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, en su caso, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.	No se realizarán este tipo de actividades.
Regla 70. Durante las actividades pesqueras no se deberá dañar, contaminar o alterar el medio marino de la Reserva, así como remover, destruir y arrastrar el fondo marino. Así mismo, los aprovechamientos pesqueros no deberán implicar la captura incidental de especies consideradas en riesgo por las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, ni el volumen de captura incidental deberá ser mayor que el volumen de la especie objeto de aprovechamiento, salvo que la Secretaría, conjuntamente con la de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, establezcan tasas, proporciones, límites de cambio aceptables o capacidades de carga, así como las condiciones, para un volumen superior de captura incidental en relación con la especie objetivo, mediante acuerdo que deberá publicarse en el Diario Oficial de la Federación cada tres años. En su defecto, el último acuerdo publicado mantendrá su vigencia.	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, si los habitantes de la casa habitación deciden realizar alguna actividad de pesca deportiva no se dañará, contaminará o alterar el medio marino de la Reserva, ni se removerá, destruirá o arrastrar el fondo marino, y para realizar este tipo de actividades se contratará el servicio de alguna empresa dedicada a este tipo de actividad que cuente con permisos vigentes.
Regla 71. Las especies de sábalo, palometa, macabí y róbalo podrán utilizarse preferentemente para la pesca deportiva-recreativa de captura y liberación.	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla en caso de realizar alguna actividad de pesca con este tipo de especies será únicamente para la captura y liberación.
Regla 72. En las actividades de pesca no se permite utilizar artes de pesca no selectivas como almadraba, trampas de corazón, trampas de atajo, redes de enmalle y de arrastre, explosivos, sustancias químicas, electrochoques y arpón.	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, no se utilizará almadraba, trampas de corazón, trampas de atajo, redes de enmalle y de arrastre, explosivos, sustancias químicas, electrochoques y arpón.
Regla 73. Toda descarga de aguas residuales y sistema de alcantarillado, deberá cumplir con los lineamientos de la NOM-001-SEMARNAT1996, Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales, la NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad Especificaciones y métodos de prueba, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y sólo podrá llevarse a cabo en la Subzona de Aprovechamiento Especial Costero y en la Subzona de Asentamientos Humanos.	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, el sistema de tratamiento de aguas que pretende instalarse garantizará que el agua tratada cumpla con la norma citada, lo cual se comprobara al realizar 2 análisis al año considerando los parámetro establecidos en la presente norma así como las demás normas aplicables análisis (Anexo técnico 5).
Regla 74. La perforación de pozos o extracción de recursos hídricos para uso doméstico de cuerpos de agua ubicados en las zonas de amortiguamiento de la Reserva requiere la concesión correspondiente de la Comisión Nacional del Agua,	No se realizará perforación de pozos o extracción de recursos hídricos, el agua en todas las etapas

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
<p>y cumplir con la NOM-003-CNA-1996, requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.</p>	<p>del proyecto será adquirida en pipas y por medio de la captación de agua de lluvia.</p> <p>Y en caso de requerirse, se solicitará el trámite correspondiente ante la CONAGUA</p>
<p>Regla 75. En la Subzona de Uso Público Chunyaxché (SUP1) solo podrán autorizarse un máximo de 30 embarcaciones motorizadas para realizar actividades turísticas recreativas. Las cuales estarán distribuidas de la siguiente manera: a) 15 embarcaciones en la ruta de navegación de Laguna Muyil al Muelle de Xlapac, y b) 15 embarcaciones en la ruta de navegación de la Laguna Caapechén-Boca Paila al sitio conocido como Chan Muelle.</p>	<p>No aplica al proyecto, el predio no se ubica en esta zona y el promovente no pretende realizar este tipo de actividades.</p>
<p>Regla 76. En la Subzona de Uso Público Caapechén-Boca Paila (SUP2), sólo podrán autorizarse un máximo de 32 embarcaciones, para realizar actividades turísticas recreativas con embarcaciones motorizadas.</p>	<p>La empresa promovente no realizará actividades de esta índole.</p>
<p>Regla 77. En la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM3) Bahías de la Ascensión polígonos 3 y 4, Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR 1), polígonos 1 y 2, y en la Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2), sólo se podrán realizar actividades turísticas recreativas con embarcaciones motorizadas, sin rebasar la capacidad de carga de 140 embarcaciones para las subzonas y los polígonos señalados.</p>	<p>No se realizarán actividades turísticas de esta índole.</p>
<p>Regla 78. La apertura de senderos, brechas o caminos, así como la construcción de vías de comunicación en general, requieren previo a su realización de la autorización en materia de impacto ambiental a que hace referencia el artículo 28, fracciones I y XI de la LGEEPA, así como la autorización de cambio de uso de suelo de conformidad a lo dispuesto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</p>	<p>Por medio del presente estudio se solicita a la SEMARNAT la autorización en materia de impacto ambiental así como en materia forestal para el cambio de usos de suelo, construcción y operación del proyecto.</p>
<p>Regla 79. Con la finalidad de conservar los ecosistemas y la biodiversidad existente en Reserva, así como delimitar territorialmente la realización de actividades dentro del mismo, se establecen las siguientes subzonas:</p> <p>Zona Núcleo Muyil: Subzona de Protección Muyil (SPr1). Abarca una superficie de 33,418.5000 hectáreas, constituida por un polígono. Zona Núcleo Cayo Culebras: Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2). Abarca una superficie de 6,105.0000 hectáreas, constituida por un polígono. Zona Núcleo Uaimil: Subzona de Protección Uaimil (SPr2). Abarca una superficie de 225,926.7310 hectáreas, constituida por un polígono. Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR1). Abarca una superficie de 14,253.7690 hectáreas, constituida por cuatro polígonos. Zona de Amortiguamiento Subzona de Preservación Tzigual (SP1). Abarca una superficie de 22,476.0971 hectáreas, constituida por un polígono. Subzona de Preservación Punta Nilut, Cayo</p>	<p>El predio del proyecto se ubica en su totalidad dentro de la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y es compatible con los usos permitidos para esta subzona de aprovechamiento.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
<p>Culebras, Lagunas Pájaros y Tres Marías (SP2). Abarca una superficie Total de 12,671.0169 hectáreas, constituida por siete polígonos.</p> <p>Subzona de Preservación El Río (SP3). Abarca una superficie de 7,757.6637 hectáreas, constituida por un polígono.</p> <p>Subzona de Preservación Xamach (SP4). Abarca una superficie de 979.3170 hectáreas, Constituida por 10 polígonos.</p> <p>Subzona de Preservación Marina Yuyum Mario Lara, Moox Kaanab y Tantaman (SP5). Abarca una superficie de 10,011.0219 hectáreas, constituida por tres polígonos.</p> <p>Subzona de Preservación Refugios Pesqueros (SP6). Abarca una superficie de 1,032.1984 hectáreas, constituida por ocho polígonos.</p> <p>Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM1), (SASM2), (SASM3). Constituida por diez polígonos marinos con una superficie total de 123,143.1804 hectáreas.</p> <p>Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1). Abarca una superficie de 61,147.9498 hectáreas, constituida por un polígono.</p> <p>Subzona de Uso Público Chunyaxché (SUP1). Constituida por un polígono con una superficie total de 2,158.0602 hectáreas.</p> <p>Subzona de Uso Público Caapechén-Boca Paila (SUP2) - Mosquitero (SUP3), abarca una superficie total de 4,360.8986 hectáreas constituida por dos polígonos.</p> <p>Subzona de Asentamientos Humanos Colonias de Pescadores Javier Rojo Gómez y Punta Herrero (SAH). Abarca una superficie de 34.3812 hectáreas, constituida por dos polígonos.</p> <p>Subzona de Recuperación El Playón (SR). Abarca un superficie de 116.5249 hectáreas, constituida por un polígono.</p> <p>Subzonas definidas para la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an:</p> <p>Subzona de Preservación Costero-Marina. (SPCM) Abarca una superficie de 1,073.3907 hectáreas, comprende 17 polígonos.</p> <p><u>Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC).</u> <u>Abarca una superficie de 1,459.2296 hectáreas, constituida por 14 polígonos.</u></p> <p>Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAS-CMBP). Abarca una superficie de 22.7376 hectáreas, constituida por un polígono.</p>	
<p>Regla 80. El desarrollo de las actividades permitidas y no permitidas dentro de las subzonas a que se refiere la regla anterior, se estará a lo previsto en el apartado denominado Zonificación y subzonificación del presente programa de manejo.</p>	<p>El predio del proyecto se ubica en su totalidad dentro de la Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC) y es compatible con los usos permitidos para esta subzona de aprovechamiento.</p>
<p>Regla 81. Dentro de la Reserva, queda expresamente prohibido: Ejecutar de obras públicas o privadas dentro de las zonas núcleo. Colectar, cortar, extraer o destruir cualquier espécimen forestal o de la flora silvestre, dentro de las zonas núcleo. Cazar, capturar o realizar cualquier acto que lesione la vida o la integridad de cualquier animal silvestre en las zonas núcleo. Cazar y capturar las especies de jaguar, puma, tigrillo, leoncillo, mono araña, zaraguato, tapir, manatí, temazate, jabalí y oso hormiguero.</p>	<p>No se realizará ninguna actividad en la zona núcleo, ni ninguna de estas actividades en ninguna etapa del proyecto.</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Reglas	Cumplimiento
Regla 82. La inspección y vigilancia de cumplimiento de las presentes Reglas corresponde a la SEMARNAT por conducto de la PROFEPA, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias de Ejecutivo Federal.	Se respetará la autoridad de cada una de las instancias gubernamentales.
Regla 83. Toda persona que tenga conocimiento de alguna infracción o ilícito que pudiera ocasionar algún daño a los ecosistemas de la Reserva deberá notificar a las autoridades competentes de dicha situación, por conducto de la PROFEPA o de la Dirección de la Reserva, con el objetivo de realizar las gestiones correspondientes.	Se cumplirá con lo establecido en la presente regla, el promovente notificará a las autoridades competentes en caso de observar alguna infracción o ilícito que pudiera ocasionar algún daño a los ecosistemas de la Reserva.
Regla 84. Las violaciones al presente instrumento serán sancionadas de conformidad con lo dispuesto en la LGEEPA y sus reglamentos, así como en el Título Vigésimo Quinto del Código Penal Federal y demás disposiciones legales aplicables.	La empresa promovente se da por enterada y cumplirá cabalmente con cada una de las reglas establecidos en este reglamento.

III.4. Vinculación del proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el Sábado 24 de noviembre de 2012.

De acuerdo este programa el proyecto se ubica dentro de la UGA Marina (ANP-Federal), 147, que lleva por nombre Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

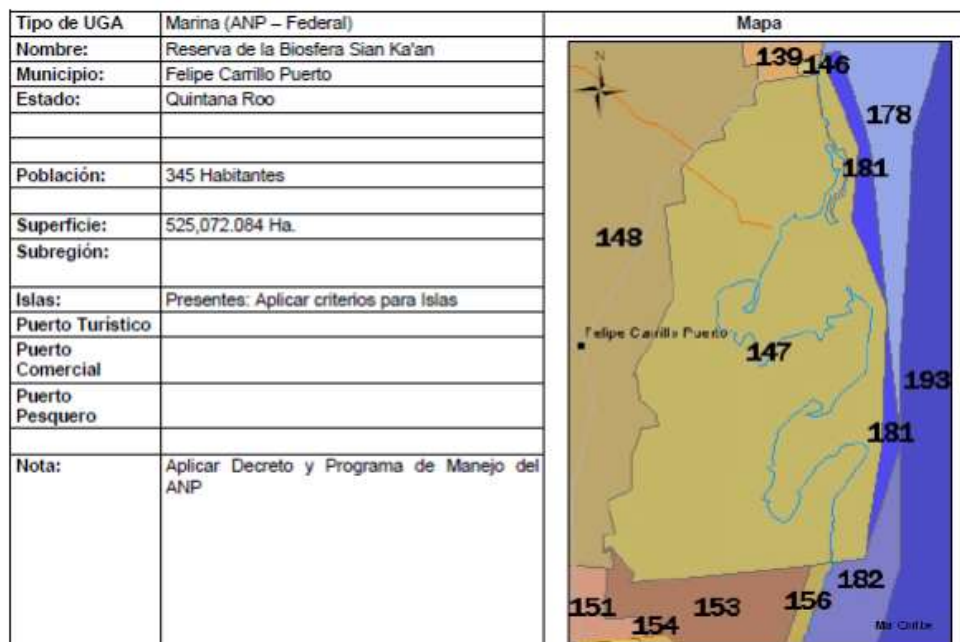


Figura 38. Ubicación de la UGA 147 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, donde se ubica el predio del proyecto.

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 48. Criterios de acción específica que le aplican y no le aplican a la UGA 147 donde se ubica el proyecto.

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	APLICA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	NA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	APLICA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

En las siguientes tablas se realiza la vinculación del proyecto con los criterios de aplicación general, así como con los criterios de aplicación específica que de acuerdo a la tabla anterior le aplican a la UGA 147.

Tabla 49. Vinculación del proyecto con los Criterios Generales.

criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	Para hacer un uso sustentable del agua el proyecto constará con una cisterna de 5000 litros para la captación de agua pluvial, un generador atmosférico de agua que puede producir hasta 500 litros diarios de agua por medio de la condensación de la humedad, con un avanzado sistema de 10 pasos de filtración que produce agua potable de la más alta calidad, también se contará con grifería ahorradora de agua, una microplanta de tratamiento de aguas residuales y un humedal artificial el tratamiento de las aguas residuales que se generen durante parte de la etapa de construcción y en la etapa de operación.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	La empresa promovente realizará el pago por servicios ambientales hídricos en caso de solicitar concesión para aprovechamiento de los mismos.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	La empresa promovente no tiene intención de crear UMA.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	El proyecto contempla aplicar un Programa de Rescate reubicación y reubicación de Flora y restauración de maniobras (Anexo técnico 1 del DTU-B), enfocado a rescatar y reubicar las especies de flora que se ubican en el área solicitada para cambio de uso de suelo, así como en la reforestación de las áreas que hoy no presentan vegetación y la restauración de las áreas solicitadas para obras temporales entre las especies a rescatar y reubicar se encuentra la Palma chit (<i>Thrinax radiata</i>), misma que se encuentra catalogada como amenazada en la (NOM-059-SEMARNAT-2010), además se presenta Plan de acciones para la conservación de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (anexo técnico 4).
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No se establecerán bancos de germoplasma, sin embargo, el área de conservación del predio servirá como un banco de germoplasma al conservar la vegetación natural del predio.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	La empresa se compromete a utilizar eco-tecnologías y productos que emitan la mínima cantidad de gases de efecto invernadero.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No se hará uso de Organismos Genéticamente Modificados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	No es competencia del promovente realizar este tipo de acciones
G0010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No es competencia del promovente realizar este tipo de acciones
G0011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto aplicará las medidas preventivas y de mitigación necesarias para minimizar las afectaciones a los ecosistemas costeros durante las diferentes etapas del proyecto.
G0012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica al proyecto.
G0013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No se hará uso de especies invasoras en ninguna de las etapas del proyecto, únicamente se utilizarán plantas nativas productos de cambio de uso de suelo para la reforestación de áreas que actualmente no cuentan con vegetación.
G0014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El predio del proyecto no se ubica en una zona con ríos.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
G0015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El predio del proyecto no se ubica en una zona inmediata a ninguna zona industrial ni cerca de ningún cauce natural de ningún río.
G0016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	En predio del proyecto no se ubica en una zona montañosa. Este criterio no aplica al proyecto.
G0017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El predio del proyecto colinda con la laguna Xamax, sin embargo, la vegetación colindante a este cuerpo de agua natural se encuentra en buen estado de conservación.
G0019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El predio del proyecto no se ubica cerca de ríos ni zonas inundables.
G0021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En caso de encontrarse en el predio especies que puedan convertirse en plagas se implementará una campaña de control de dichas especies
G0024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	La empresa promovente realizará el enriquecimiento de 117.89 m ² de áreas verdes ajardinadas de especies nativas.
G0025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	En el predio únicamente se hará uso de especies nativas rescatadas del área solicitada para cambio de uso de suelo, los ejemplares rescatados serán utilizados para el enriquecimiento de aquellas que serán utilizadas para las obras provisionales.
G0026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El proyecto conservará el 85.88 % del predio, dentro de esta superficie de encuentran las dunas.
G0027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0028	Promover el uso de energías renovables.	La empresa promovente tiene como prioridad llevar a cabo un proyecto sustentable, por lo que ha propuesto el uso de energías renovables para el proyecto mediante un generador eólico y paneles solares, además de que se contará con amplias ventanas que permitirán la iluminación natural de las diferentes áreas del proyecto, así como el uso de aires acondicionados con tecnología inverter, iluminación
G0029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		con focos LED y el usos en el área de lavado de equipos ahorradores de energía y agua.
G0030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	La empresa promovente usará equipos energéticamente eficientes como los aires acondicionados con tecnología inverter, iluminación con focos LED y el uso en el área de lavado de equipos ahorradores de energía y agua.
G0031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	La empresa promovente pretende llevar a cabo un proyecto sustentable, ha propuesto el uso de energías renovables para el proyecto mediante un generador eólico y paneles solares, además de que se contará con amplias ventanas que permitirán la iluminación natural de las diferentes áreas del proyecto, así como el uso de aires acondicionados con tecnología inverter, iluminación con focos LED; además del uso de equipos ahorradores de energía y agua.
G0035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	La empresa promovente pretende llevar a cabo un proyecto sustentable, por lo que ha propuesto el uso de energías renovables para el proyecto mediante un generador eólico y paneles solares.
G0036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
G0043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	No aplica al proyecto, este criterio es aplicable a la SEMARNAT.
G0044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	La empresa promovente realizará el desalojo de las personas que se encuentren trabajando en caso de que se avecine un evento meteorológico.
G0049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	No es competencia de la promovente llevar a cabo este tipo de acciones.
G0050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	La casa habitación se planteó de forma que en caso de un evento meteorológico no se vea afectada por el oleaje, inundación o por los vientos, ya que ésta se ubicará detrás de la cresta de la duna y será construida en palafitos de más de 1 m de altura.
G0051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Como parte de la supervisión ambiental se realizarán pláticas con los trabajadores acerca del correcto manejo y disposición de los residuos que se generen durante las etapas de preparación y construcción, así como durante la operación de la casa habitación.
G0052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	No es competencia del promovente llevar a cabo este tipo de acciones
G0053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Las aguas residuales tratadas serán enviadas al humedal artificial y en caso de contar con excedentes éstos serán utilizados para el riego de áreas verdes, previo análisis de la calidad del agua respecto a la normatividad aplicable.
G0054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El proyecto no es del sector industrial, sin embargo, cabe mencionar que la casa habitación contará con una microplanta de tratamiento Boss Technology y como segundo tratamiento el agua pasará a un humedal artificial.
G0055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y	En cumplimiento a lo dispuesto en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se presenta el Documento Técnico Unificado para obtener la

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	autorización en materia de Impacto ambiental y para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales o preferentemente forestales
G0056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No es competencia del promovente este tipo de acciones
G0057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No es competencia de la promovente promover este tipo de estudios.
G0058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.	Los residuos peligrosos que se llegasen a generar durante las diferentes etapas del proyecto serán almacenados temporalmente en un recipiente hermético con bolsa y serán enviados al sitio autorizado por la autoridad competente.
G0059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El desarrollo de infraestructura dentro de la ANP no es competencia de la promovente. Cabe resaltar que el proyecto en estudio se planteó considerando los lineamientos de construcción del POE, de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, así como con lo establecido en su Programa de Manejo.
G0060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	La construcción de infraestructura costera no es competencia de la promovente. Respecto al proyecto en estudio es importante resaltar que no se realizarán construcciones en áreas acuáticas, por lo que el proyecto en estudio cumple con el presente criterio.
G0061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No es competencia de la empresa promovente la construcción de infraestructura costera
G0062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	Este criterio no aplica al proyecto en estudio.
G0063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No es competencia de la empresa promovente elaborar ordenamientos pesqueros, acuícolas o de alguna otra índole.
G0064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El camino de acceso se mantendrá permeable ya que será de suelo natural, que en el predio corresponde a arena, por lo que los flujos subterráneos y superficiales no se verán afectados.
G0065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto Programa de Manejo del área respectiva.	La SEMARNAT solicita directamente las opiniones técnicas necesarias a las Direcciones Ambientales correspondientes.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 50. Vinculación del proyecto con los Criterios de aplicación específica.

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente realizará este tipo de actividades. Sin embargo, cabe señalar que en caso de que sea necesario el uso de agroquímicos y pesticidas, se utilizarán preferentemente productos orgánicos.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente realizará este tipo de actividades. Cabe mencionar que en caso de ser necesario el uso de agroquímicos y pesticidas, se utilizarán preferentemente productos orgánicos y estos serán aplicados por personal capacitado de acuerdo a las recomendaciones técnicas del fabricante.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	No aplica al proyecto, ya que este consiste en la construcción de una casa habitación y no se realizarán actividades agropecuarias o forestales, sin embargo, cabe señalar que en caso de ser necesario el uso de agroquímicos y pesticidas, se utilizarán preferentemente productos orgánicos y estos serán aplicados por personal capacitado de acuerdo a las recomendaciones técnicas del fabricante.
A004	Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	No aplica a este tipo de proyectos
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	En las etapas de preparación y construcción del proyecto el agua se adquirirá mediante pipas, y se solicitará a la empresa proveedora tomar las medidas necesarias para evitar la pérdida de agua durante su traslado hacia el sitio del proyecto. Durante la etapa de operación se realizarán revisiones periódicas en las tuberías, inodoros y grifos para supervisar que no haya fugas y en caso de ser necesario realizar las reparaciones pertinentes.
A006	Implementar programas de cuidado del agua.	Para lograr un uso sustentable del agua el proyecto contará con una cisterna de 5000 litros para la captación de agua pluvial, un generador atmosférico de agua que puede producir hasta 500 litros diarios de agua por medio de la condensación de la humedad, con un avanzado sistema de 10 pasos de filtración que produce agua potable de la más alta calidad, también se contará con grifería ahorradora de agua y una microplanta de tratamiento de aguas residuales y un humedal artificial para el tratamiento de las aguas residuales que se generen durante parte de la etapa de construcción y en la etapa de operación.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación y restauración de ecosistemas naturales.	El proyecto contará con 6,508.75 m ² (85.88%) de áreas destinadas para la conservación.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortuga marinas salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	Durante la temporada de anidación de tortugas marinas no se realizarán actividades nocturnas en la playa frente al proyecto, únicamente se realizarán actividades recreativas durante el día cuidando no afectar los nidos que se encuentren en la Playa.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	La empresa promovente se compromete a dar a viso a la autoridad competente en caso de observar alguna irregularidad o conducta ilícita que pudiera afectar a las tortugas anidaderas o a sus crías.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	El promovente implementará un Plan de acción para la conservación de tortugas marinas (Anexo técnico 5)
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	La promovente implementará un programa de reforestación y ajardinado en el predio, una vez concluida la etapa de construcción se realizarán acciones de enriquecimiento de la vegetación en el área solicitada para maniobras misma que es de 117.89m ² .
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El proyecto se ubicará detrás de la cresta más alta de la duna en el tercio medio del predio, respetando la vegetación de duna costera, ubicando la casa habitación y obras de apoyo detrás de la cota de 5.5 msnm, además de que la casa será construida en forma de palafito, por lo que la vegetación rastrera y arbustiva podrá establecerse debajo de la casa, con esto se evitará la erosión del suelo y cualquier otro tipo de afectación a la duna.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	No aplica al proyecto, no es competencia de la empresa promovente realizar este tipo de actividades.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	La empresa promovente está en la mejor disposición de apoyar en medida de sus posibilidades a las autoridades ambientales para realizar actividades de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO	El proyecto se ubicará a 4.10 metros, en la parte más cercana, detrás de la cresta más alta de la duna del tercio medio del predio, respetando la vegetación de duna costera, ubicando la casa habitación y obras de apoyo detrás de la cota de 4.5msnm, además de que la casa será construida en forma de palafito, por lo que la vegetación rastrera y arbustiva podrá establecerse debajo de la casa, con esto se evitará la erosión del suelo y cualquier otro tipo de afectación a la duna.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto contará con 6,508.75 m ² (85.88%) de áreas de conservación, con lo cual se contribuye al establecimiento y conservación de los corredores biológicos de la zona.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	La promovente implementará un programa de reforestación y ajardinado en el predio mismo que se aplicará para el enriquecimiento de la vegetación en el área solicitada para maniobras misma que es de 117.89m ² .
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	La empresa promovente implementará un Plan de acción para la conservación de las especies nativas de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (anexo técnico 4 del DTU).
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	De ser necesaria la implementación de un programa de remediación por algún accidente con residuos que así lo amerite, este documento se ingresará ante la autoridad competente para su valoración y aprobación.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	No aplica al proyecto, no es competencia de la empresa promovente realizar este tipo de actividades.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Como se ha venido mencionado el proyecto contará con una microplanta de tratamiento de aguas residuales y un humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales que se generarán durante la etapa de construcción y operación, en lo que respecta a la calidad del aire y suelo, se utilizarán vehículos en buenas condiciones, prohibiendo a los proveedores de materiales que ingresen a la reserva con vehículos que emitan humos visibles.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica al proyecto, no es competencia de la empresa promovente realizar este tipo de actividades.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	La empresa promovente aplicará las medidas preventivas necesarias para evitar la contaminación del suelo y de darse el caso se aplicarán acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Se cumplirá con lo establecido dentro del presente criterio, se exigirá a los proveedores de materiales que los vehículos en los que se transporte el material al predio, se encuentre en buenas condiciones de funcionamiento y no emitan gases contaminantes.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	No aplica al proyecto, no es competencia del promovente.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	A pesar de que el proyecto no consiste en la construcción de infraestructura destinada a la industria, si se hará uso de tecnologías limpias y Ambientalmente amigables como: generador de energía eólica, celdas solares, aires acondicionados tipo inverter, grifería ahorradora de agua, generador atmosférico de agua, cisterna para la captación de agua pluvial, microplanta de tratamiento de aguas residuales y humedal artificial.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	La empresa promovente no instalará infraestructura alguna en la playa frente al predio del proyecto, únicamente se hará uso recreativo de la playa utilizando mobiliario removible como sillas y sombrillas de playa.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	Como se ha venido mencionado el proyecto se ubicará detrás de la cresta más alta de la duna en el tercio medio del predio, respetando la vegetación de duna costera, ubicando la casa habitación y obras de apoyo detrás de la cota de 5.5 msnm, además de que la casa será construida en forma de palafito, por lo que la vegetación rastrera y arbustiva podrá establecerse debajo de la casa, con esto se evitará la erosión del suelo y cualquier otro tipo de afectación a la duna.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	La empresa promovente no realizará ninguna actividad que pueda afectar el perfil de la línea de costa, ya que como se ha mencionado anteriormente el proyecto se ubicará detrás de la cresta de la duna por debajo de la cota de 5.5 msnm, dejando intacta la vegetación estabilizadora de la duna en el frente de playa, así como en la cresta de la duna, y a más de 4.10 metros detrás de ésta. Además de que la casa habitación estará construida en forma de palafito por lo que la superficie debajo de ésta podrá ser recolonizada por especies herbáceas y rastreras.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	La empresa promovente cumplirá con lo establecido en el presente criterio ya que la casa habitación será construida en forma de palafito por lo que la superficie debajo de la casa podrá ser recolonizada por especies herbáceas y rastreras.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	La empresa promovente no realizará ninguna actividad dentro del sistema lagunar costero de la Reserva.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	La empresa promovente mantendrá en estado natural las áreas de conservación del predio, así como la vegetación de la ZOFEMAT colindante al mismo,

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		únicamente se realizará el retiro de residuos sólidos urbanos que se encuentran en la ZOFEMAT.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	A pesar de que no es competencia de la promotora fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, si hará uso de ésta para generar parte de la energía que será utilizada durante la etapa de operación del proyecto, ya que se contará con un generador de energía eólica.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promotora realizar este tipo de actividades.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El promotor contribuirá en la promoción de generación energética por medio de la energía solar, ya que hará uso de ésta para generar parte de la energía que será utilizada durante la etapa de operación del proyecto a través de 16 paneles solares.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promotora impulsar este tipo de actividades.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promotora este tipo de actividades. Sin embargo, cabe señalar que en caso de que se necesite hacer uso de algún tipo de agroquímico, se optará por usar productos orgánicos
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promotora realizar este tipo de actividades.
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promotora realizar este tipo de actividades.
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promotora realizar este tipo de actividades.
A043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	No aplica al proyecto, la empresa promotora no realizará actividades pesqueras, ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	No aplica al proyecto, la empresa promotora no realizará actividades pesqueras, ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de una casa habitación.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente realizar este tipo de actividades.
A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente realizar este tipo de actividades.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente promover este tipo de actividades.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades, ni se tiene contemplado realizarlas.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades, ni se tiene contemplado realizarlas.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades, ni se tiene contemplado realizarlas.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	No aplica al proyecto ya que la reserva no es una zona urbana, es un área suburbana que permite el establecimiento de viviendas unifamiliares
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	La empresa promovente realizará el desalojo del personal de obra en caso de que se presente o haya alerta sobre algún evento que pudiera poner en peligro sus vidas.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	No aplica al proyecto este criterio
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidro meteorológicos extremos.	Este criterio no aplica al proyecto en estudio

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	Este criterio no aplica al proyecto en estudio.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	Este criterio no aplica al proyecto en estudio
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No aplica al proyecto, no es competencia del promovente este tipo de actividades.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	El proyecto contara con su propio sistema de tratamiento de aguas residuales.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	Este criterio no es competencia del promovente.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera	Se anexa al presente el programa de manejo integral de residuos donde se especifican las acciones que se realizaran para el buen manejo de los residuos en cada una de las etapas del proyecto en estudio, de esta forma el promovente contribuye al manejo adecuado integral de los residuos sólidos, peligros y de manejo especial.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	Este criterio no es aplicable al proyecto en estudio.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	Este criterio no es aplicable al proyecto en estudio. A pesar de lo cual el proyecto en estudio prevé acciones de conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas respetando los criterios de sustentabilidad que le corresponden.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	Aun y cuando el proyecto no es de tipo turístico, la empresa promovente utilizará eco tecnologías para hacer un proyecto sustentable ambiental y socialmente.

Así como le son aplicables los criterios anteriores, por ubicarse en la franja costera del mar caribe también le aplican los criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe, por lo que a continuación se ha ce la vinculación con los criterios de esta zona.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Zona Costera Inmediata del Mar Caribe.

Considerando que la franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa en la zona del Mar Caribe es un espacio que presenta una intensidad de uso turístico mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por definir para fines del presente ordenamiento un conjunto extra de criterios que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

Estos criterios responden en mucho a las características naturales de dicha franja por su riqueza en formaciones arrecifales y al intenso uso turístico de que son objeto esas aguas inmediatas a la costa, particularmente en el caso del Estado de Quintana Roo.

Tabla 51. Criterios de la Zona Marina Costera.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Cumplimiento del proyecto
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, la empresa promotora no realizará ningún tipo de construcción o instalación de infraestructura en zonas arrecifales o dentro del área marina frente al predio.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, ya que no se realizarán obras o actividades dentro de la zona marina frente al predio.
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No se realizará este tipo de actividades, el proyecto consiste en la construcción de una casa habitación.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	No se contará con puntos de anclaje ya que la empresa promotora no contempla tener embarcaciones en el área marina frente al predio.
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	No se realizará este tipo de actividades.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	No se construirá este tipo de estructuras.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Cumplimiento del proyecto
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	No se verterán hidrocarburos o algún otro producto químico en los cuerpos de agua en esta zona o sobre el suelo.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	Tal y como lo dicta el presente criterio, en temporada de anidación de tortuga marina las actividades que se lleven a cabo tanto en la playa como en el mar se realizaran después del amanecer y antes del ocaso.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	En cumplimiento a este criterio se presenta el DTU-B Particular del proyecto en estudio para garantizar que su desarrollo y las actividades que conlleva no generen impactos adversos sobre los arrecifes. Ya que el proyecto cumple con los lineamientos establecidos en el programa de ordenamiento ecológico de la zona costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, así como en el programa de ordenamiento, en los cuales se han plasmado las restricciones para la construcción de este tipo de proyectos sin que se generen impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente difundir las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.
ZMC-11	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	No se realizarán obras de canalización o dragado en ninguna de las etapas del proyecto.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	No se contempla la construcción de muelles.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Cumplimiento del proyecto
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	En caso de utilizar embarcaciones para algún tipo de actividad eco turística, se contratará el servicio de alguna empresa autorizada por la autoridad competente.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	El proyecto no se ubican dentro de las UGAs mencionadas en el presente criterio, por lo que no le es aplicable, sin embargo, cabe señalar que el 85.88% del predio se mantendrá como área de conservación por lo que se contribuirá a la conservación de los ecosistemas costeros y a la conservación de corredores biológicos.

III.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.5.1. NOM-001-SEMARNAT-1996

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

Esta norma es aplicable al proyecto en la etapa de operación, ya que las aguas tratadas se utilizarán para riego de áreas naturales, por lo que las descargas deberán cumplir con los límites de las concentraciones de los contaminantes indicados en la presente Norma, además el promovente presentará los informes periódicos a la PROFEPA de los análisis de laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. u organismo autorizado en donde se verifique el cumplimiento de esta Norma.

Con la finalidad de verificar que el sistema de tratamiento propuesto para las aguas residuales cumpla con lo contenido en esta Norma y sus especificaciones, se propone llevar a cabo un análisis trimestral de la calidad del agua durante la vida útil del proyecto, a través

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

de un laboratorio especializado y acreditado para posteriormente presentar los informes y resultados correspondientes ante la autoridad competente.

III.5.2. NOM-003-SEMARNAT-1997

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

Esta norma es aplicable al proyecto en la etapa de operación, ya que se pretende utilizar parte del agua tratada para el riego de las áreas verdes, por lo que las aguas del efluente de la planta de tratamiento cumplirán con los límites establecidos en esta norma, y se presentarán los informes periódicos a la PROFEPA de los análisis de laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C., u organismo autorizado en donde se verifique el cumplimiento de esta Norma.

Según los numerales 3.11 y 3.12 de la presente norma, los usos que se le puede dar al agua tratada en Reúso en servicios al público con contacto directo y Reúso en servicios al público con contacto directo u ocasional.

3.11 Reúso en servicios al público con contacto directo

Es el que se destina a actividades donde el público usuario esté expuesto directamente o en contacto físico. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana se consideran los siguientes reúsos: llenado de lagos y canales artificiales recreativos con paseos en lancha, remo, canotaje y esquí; fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines.

El uso que se pretende para uso del agua tratada, es el riego de áreas verdes por lo que este numeral no es aplicable para el proyecto.

3.12 Reúso en servicios al público con contacto indirecto u ocasional

Es el que se destina a actividades donde el público en general esté expuesto indirectamente o en contacto físico incidental y que su acceso es restringido, ya sea por barreras físicas o personal de vigilancia. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana se consideran los siguientes reúsos: riego de jardines y camellones en autopistas; camellones en avenidas; fuentes de ornato; campos de golf; abastecimiento de hidrantes de sistemas contra incendio, lagos artificiales no recreativos; barreras hidráulicas de seguridad y panteones.

Este numeral aplica al proyecto ya que el uso contemplado para el agua tratada es para el humedal artificial y para el riego de áreas naturales el cual se considera como reúso en servicios al público con contacto indirecto u ocasional.

En cumplimiento con la Norma, el agua tratada cumplirá con las especificaciones señaladas en esta norma, que será demostrado por medio de un análisis anual por un laboratorio acreditado para ello (**Cuadro I**).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

**Tabla 52. Límites máximos permisibles de contaminantes según la NOM-003-SEMARNAT-1997
(Cuadro1).**

TIPOS DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	COLIFORMES FECALES NMP/100ml	HUEVOS DE HELMINTO (h/l)	GRASAS Y ACEITES m/l	DBO5 mg/l	SST/mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1000	< 5	15	30	30

III.5.3. NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

El responsable del desarrollo del proyecto no pretende promover la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional establecidas por esta Norma, su vinculación con el proyecto es sólo de referencia en relación con lo que se establece en la legislación ambiental mexicana, en particular en la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General de Vida Silvestre.

Esta Norma Oficial Mexicana es indicativa y establece los listados de las especies que presentan alguna categoría de riesgo. Las categorías de riesgo que maneja dicha norma son:

Probablemente extinta en el medio silvestre. - Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

En peligro de extinción. - Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Amenazadas. - Aquellas especies o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Sujetas a protección especial. - Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de sus poblaciones de especies asociadas.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

De acuerdo con análisis de campo en el predio del proyecto se registraron únicamente 4 especies de flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece la Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. En lo que respecta a la fauna dentro del predio se registró una especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 53. Especies de flora y fauna presentes en el predio, incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de protección.

Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	AMENAZADA (A)
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	AMENAZADA (A)
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	AMENAZADA (A)
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	AMENAZADA (A)
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada gris	AMENAZADA (A)

En lo que respecta al sistema ambiental únicamente se registraron 5 especies de flora y 7 especies de fauna con algún estatus de protección, mismas que se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla 54. Especies de flora y fauna presentes en el sistema ambiental del proyecto, incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo algún estatus de protección.

FLORA			
Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	AMENAZADA (A)
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	AMENAZADA (A)
	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	AMENAZADA (A)
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	AMENAZADA (A)
Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	AMENAZADA (A)
FAUNA			
Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	PROTECCIÓN ESPECIAL (PR)
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada gris	AMENAZADA (A)
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Merech de playa	PROTECCIÓN ESPECIAL (PR)
Cheloniidae	<i>Caretta caretta*</i>	Tortuga caguama	PELIGRO DE EXTINCIÓN (P)
	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga blanca	PELIGRO DE EXTINCIÓN (P)
	<i>Eretmochelys imbricata*</i>	Tortuga carey	PELIGRO DE EXTINCIÓN (P)
	<i>Dermochelys coriacea*</i>	Tortuga laud	PELIGRO DE EXTINCIÓN (P)

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Las 12 especies registradas en el SA son de amplia distribución en la Península de Yucatán, por lo que no se anticipan afectaciones a nivel específico que pudieran modificar el estatus de estas especies. Así mismo con las medidas de prevención y mitigación se prevé que estas especies continúen con sus procesos biológicos sin afectación significativa.

Como medida de prevención se implementará el Programa de Rescate de Fauna, el Plan de acciones para la conservación de tortugas marinas y el Plan de acciones para la conservación de especies en la NOM-059.

III.5.4. Normas relacionadas con emisiones y residuos.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los residuos peligrosos.

En cumplimiento a la presente norma, como medida de prevención, se implementará un programa de manejo de residuos durante las diferentes etapas del proyecto, el cual toma en cuenta la generación y disposición de los residuos peligrosos.

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

Campo de aplicación. La presente Norma se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Campo de aplicación. Esta Norma se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.

NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.

NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

NOM-047-SEMARNAT-2014. Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

NOM-050-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

En cumplimiento a las diferentes normas aplicables con respecto a la regulación de las emisiones a la atmósfera se verificará que la contratación de la maquinaria, equipos y vehículos que se utilicen en las diferentes etapas del proyecto en estudios se realizará con empresas que cuenten con los permisos para ello y se verificará que durante cada etapa del proyecto no emitan humos ni residuos que evidencien un mal funcionamiento.

III.5.5. Vinculación del proyecto con artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Características generales en el predio del proyecto.

En el predio donde se pretende el desarrollo del proyecto, se registra una cobertura vegetal conformada por tres tipos de vegetación, correspondientes a vegetación de duna costera (760.01 m²), palmar natural de *Trinax radiata* (1,654.81 m²), de manglar (3,754.98 m²) y fragmentos de áreas sin vegetación de arenales naturales (786.81 m²) y del camino de terracería Tulum-Punta Allen (622.31 m²).

El camino de terracería recorre el terreno de norte a sur y divide el predio en dos secciones; la parte oriental que se conforma por vegetación de palmar natural de *T. radiata* y vegetación de duna costera que se extiende hacia la ZOFEMAT; en la parte occidental (flexión oeste del camino Tulum- Pta Allen), se registra una superficie del palmar con una porción mayor de manglar hacia el resto de la misma sección.

A los lados del camino se observó el desarrollo de vegetación herbácea compuesta principalmente por la especie de *Ernodea littoralis*, y gramíneas, este tipo de vegetación secundaria pone en evidencia el efecto de borde que es una condición generalizada a lo largo del camino de terracería que divide el terreno en cuestión.

Los suelos costeros se caracterizan por poseer un alto contenido de sales solubles, en las que se desarrollan comunidades de vegetación halófila de formas herbáceas, arbustivas y aun arbóreas que no encuadran bien en ninguno de los principales tipos de vegetación (Rzendowski, 2006). De acuerdo a INEGI, la vegetación de dunas costeras es una comunidad que se establece a lo largo de las costas y se caracteriza por ser plantas pequeñas y suculentas, en la zona de interés se registran las especies: *Ernodea littoralis*, *Suriana marítima*, *Coccoloba uvifera*, *Ambrosia hispida*, *Canavalia rosea* y *Trinax radiata* principalmente, las cuales corresponden con lo que se reporta en el Plan de Manejo de La Reserva de la biosfera Sian Ka'an.

Figura 34. De izquierda a derecha se muestra el camino Tulum- Punta Allen de sur a norte y de norte a sur, respectivamente.



De acuerdo a Rzendowski (2006) en México existen comunidades vegetales clímax que no encuadran en ninguno de los diez tipos de vegetación que él mismo define, pero que por su extensión son de importancia. En este caso, INEGI define al conjunto de vegetación de palmar como una asociación de plantas monopódicas pertenecientes a la familia Arecaceae (Palmae). Los palmares pueden formar bosques con alturas promedio desde 5 metros, se desarrollan en climas cálidos húmedos y subhúmedos principalmente. De acuerdo a lo descrito al interior del predio Lote 026-2 se desarrolla una asociación vegetal que está compuesta principalmente de *Thinx radiata*, por lo cual es denominada como "Palmar natural de *T. radiata*". Esta es una especie que se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría de riesgo de **Amenazada**.

Con respecto al manglar, se le denomina así a la comunidad vegetal distribuida principalmente en las zonas de influencia del agua de mar, con formación leñosa, densa, frecuentemente arbustiva o arborescente, compuesta de unas cuantas especies fanerógamas, prácticamente sin herbáceas ni trepadoras, rara vez con epifitas o parásitas.

En México, las especies características del manglar son *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*. En la zona de estudio se encuentran las cuatro especies mencionadas actualmente protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría de riesgo de **Amenazada**, aunado al Artículo y Norma en que se describen.

Los humedales costeros, son cuerpos de agua que se alimentan principalmente de las escorrentías de una cuenca, lo cual puede arrastrar contaminantes de origen antropogénico, debido a lo cual se da la necesidad de orientar el presente desarrollo con una visión integral para evitar que se pongan en riesgo las condiciones naturales de los humedales costeros. Por tal motivo, se instrumentan medidas y programas que protegen la integridad del humedal costero colindante al predio, para proteger sus funciones hidrológicas.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

En consideración a lo descrito, la NOM-022-SEMARNAT-2003 que establece “Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros”, el desarrollo del proyecto “Casa habitación Unifamiliar Lote 026-2” prevé un análisis integral del mismo con un enfoque de microcuenca, con una serie de estudios hidrológicos, geofísicos y de mecánica de suelos. La información obtenida a partir de estos análisis permite delimitar la cuenca hidrológica, así como la unidad hidrológica que lo constituye; permite determinar las unidades geológicas del subsuelo en las que está emplazado el acuífero que controlan el almacenamiento y flujo del agua subterránea; así como complementar datos relativos a estratigrafía, calidad de roca y el Nivel de Aguas Freáticas (Se anexa el estudio en extenso en el anexo técnico 7).

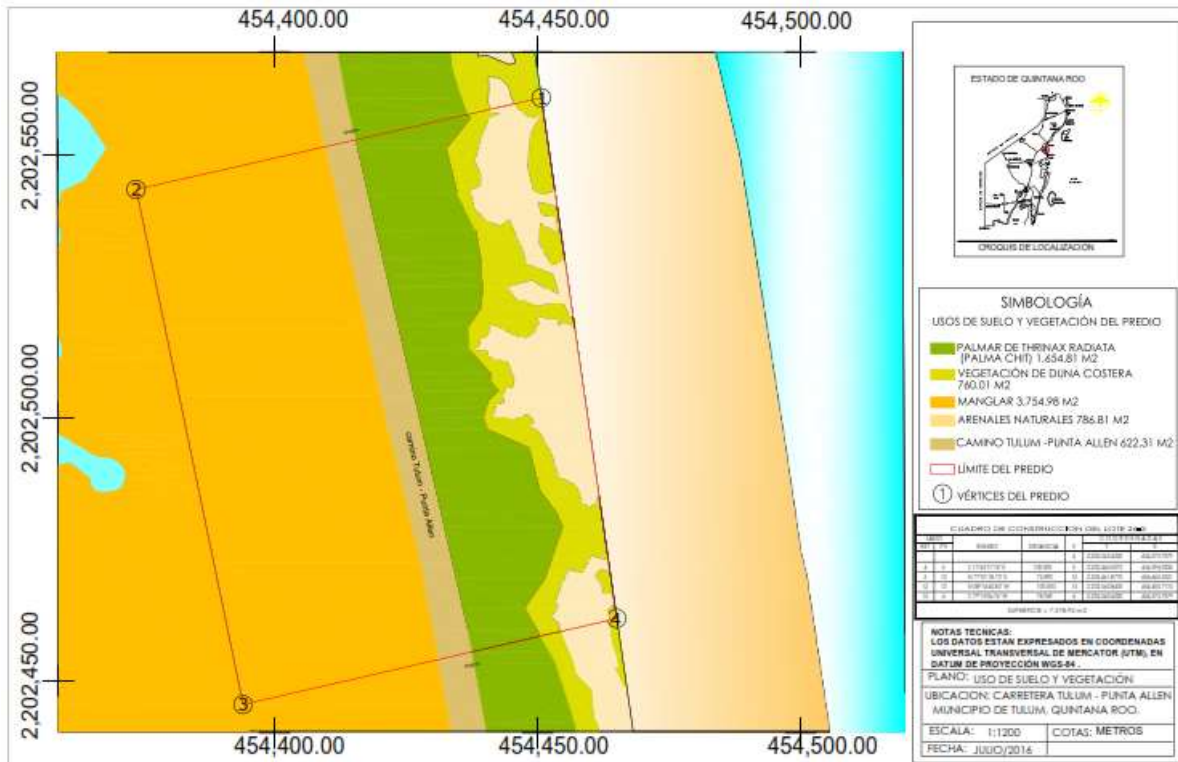


Figura 35. Plano de vegetación del predio Lote 026-2.

El predio está dividido en 2 partes por el camino coter, al este se desarrolla vegetación de palmar y halófitas características de la duna costera, que es rastrera y de matorral, y en la porción oeste se desarrolla manglar que forma parte del manglar de borde de la Laguna Xamach.

Para caracterizar las condiciones del sistema ambiental al que pertenece el predio, se realizó el estudio de Mecánica de suelos, el estudio hidrológico, cuyos resultados generales señalan que el manglar está asociado al borde de la Laguna Xamach, no hay una conexión directa con el mar que pudiera verse interrumpida por la cimentación de la casa. Se presenta el estudio en extenso en el Anexo técnico 7.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Estudio de Mecánica de suelos

La península de Yucatán está constituida principalmente de calizas que conforman una topografía Cárstica en la que se forman dolinas y cenotes, la porción costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, donde se pretende el desarrollo del proyecto, se presenta una capa geológica formada del Pleistoceno al Holoceno, conformada por calizas no diferenciadas con conchas masivas de color crema o blanco.

El estudio de mecánica de suelos consta de cinco sondeos exploratorios a una profundidad máxima de 25 metros, con el uso de herramientas de percusión empleadas en la perforación de rocas. La información que se obtiene de este tipo de perforación permite identificar la calidad y las unidades estratificadas de rocas tanto verticales como horizontales, así como localizar el Nivel de Aguas Freáticas del lugar de estudio.

En consideración a las características del proyecto y del subsuelo existente en el lugar, no será necesario grandes excavaciones para el desplante de las cimentaciones. (Se presenta el estudio en extenso en el Anexo técnico 7).

Estudio hidrológico

De acuerdo a CONAGUA, el 87.11 % del Municipio de Tulum está incluido en la Región Hidrológica Yucatán Norte y el 12.89% en la región Yucatán Sur. En el municipio se registra una precipitación media anual de 1,136.8 mm, con registros máximos durante los meses de octubre, los meses de menor precipitación son enero, febrero y marzo.

El predio en estudio se localiza en una zona de llanura de topografía suave, el mayor cambio topográfico que se registra en la zona está dado por la presencia de dunas costeras que inciden sobre el predio de interés con una pendiente media de 0.11 % en sentido este-oeste y una pendiente nula en sentido norte-sur.

El predio se ubica dentro de los tipos de suelo de Arenosol y Solonchak que son suelos arenosos desarrollados después de la meteorización in situ de sedimentos o rocas ricos en cuarzo y en suelos de arenas depositadas tales como dunas en tierras de playas. El Solonchak se presenta en zonas donde se acumula el salitre tales como lagunas costeras en las partes más bajas de los valles con vegetación halófila típica para este tipo de suelos, entre las cuales se registra el mangle.

El área de la cuenca se definió en una superficie que corresponde a 7,578.92 m² de una longitud del cauce de 100.07 m, con una pendiente media de 0.0004 y un tiempo de concentración promedio de 0.25 horas. Con la finalidad de dar sustento estadístico al diseño hidrológico del proyecto, se utilizó una tormenta de diseño por medio de una curva de intensidad-duración-período de retorno (i-d-T) para obtener las características de una tormenta que con cierta frecuencia se puede presentar en el predio.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Los caudales máximos que pueden ocurrir en el predio de acuerdo a tormentas de diseño en periodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, con respecto al método racional americano, corresponden entre los 399.86 y los 937.37 l/s para periodos de retorno de 5 y 1000 años respectivamente. El gasto de diseño de la cuenca que corresponde al lote 26-2 en condiciones actuales es de 30.85 l/s y en condiciones de proyecto incrementa a 123.42 l/s para un periodo de retorno de 10 años. (Se presenta el estudio en extenso en el Anexo técnico 7).

Con base a los estudios mencionados se concluye que el proyecto no afectará en su desarrollo la vegetación de manglar en el predio y en el sistema ambiental, con respecto a los siguientes puntos:

- La casa y obras asociadas se desplantarán por completo dentro de la vegetación de palmar natural de *T. radiata* en la sección occidental del lote con respecto al camino principal que lo divide, con un área de amortiguamiento que corresponde a la sección del camino.
- La única obra que se desplanta bajo el nivel del suelo es la microplanta de tratamiento de aguas residuales que cumple con las normas emitidas por la SEMARNAT y CONAGUA, para su colocación se requiere una excavación en suelo de arena suelta y semicompactada, por lo cual no afecta la circulación del agua subterránea.
- La cimentación de la casa será piloteada tomando en cuenta la profundidad que se dictamina en el estudio de mecánica de suelos anteriormente descrita.
- El proyecto no prevé la perforación de pozos de aprovechamiento o de inyección, por lo que no se afecta el sistema hidrológico subterráneo.
- No se construirán bordos o estructuras que pudieran interrumpir el flujo de agua superficial hacia las partes bajas del humedal.
- Se implementarán las medidas de prevención y mitigación correspondientes para prevenir cualquier afectación directa sobre el ecosistema de humedal del área de influencia.

De acuerdo al levantamiento topográfico, mecánica de suelos, hidrológico y geohidrológico descritos y a la caracterización vegetal que se describen en el capítulo IV, así como en apego a los criterios que marca el ordenamiento que rige el proyecto, se determinó que el proyecto no interferirá en los flujos superficiales ni subterráneos que condicionan el mantenimiento de la integralidad de la unidad hidrológica y de los ecosistemas con los que se relaciona.

En referencia al desarrollo de manglar al interior del predio y al ubicado en su zona de influencia, éste no será afectado por el establecimiento del proyecto. Se analiza el

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

cumplimiento del Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre publicado en el Diario Oficial de la Federación, México el 31 de enero de 2007 y con base en los términos técnicos especificados en la NOM-022-SEMARNAT-2003, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003.

III.5.6. Análisis del artículo 60 TER y la NOM-022-SEMARNAT-2003

El Artículo 60 TER de la LGVS señala (*cita a la letra*):

Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y de sus zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

La NOM-022-SEMARNAT-2003.-

Que establece las especificaciones para la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costero en zonas de manglar.

Las especificaciones 4.0 y 4.43 que constan en la Norma, dictan los criterios de uso y conservación de los humedales en zonas de manglar. Referente a los aspectos más importantes de la especificación 4.0, existe una coincidencia con las prohibiciones señaladas en el Artículo 60 TER de la LGVS referentes al aprovechamiento y conservación de los humedales, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 55. Comparación de los criterios de uso y conservación de humedales en zonas de manglar referentes al Artículo 60 TER de la LGVS y a la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS	Criterios de la especificación 4.0 de la NO-022-SEMARNAT-2003
Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte:	El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:
La integralidad del flujo hidrológico del manglar;	La integralidad del flujo hidrológico del humedal costero;
del ecosistema y su zona de influencia;	La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
de su productividad natural;	Su productividad natural;
de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;	La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;	Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales,	La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
O que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.	Cambio de las características ecológicas;
	Servicios ecológicos;
	Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

Para fundamentar la solicitud de cambio de uso de suelo en materia de impacto ambiental que se generará en la vegetación de palmar natural por el desarrollo del proyecto Casa Habitacional Lote 26-2, se somete a consideración la siguiente información en vinculación al cumplimiento de la NOM-022-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, en particular al numeral 4.0.

NOM-022-SEMARNAT-2003

4.0 Especificaciones

El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

- La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;
- La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
- Su productividad natural;
- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
- La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
- Cambio de las características ecológicas;
- Servicios ecológicos;

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

A continuación, se atiende de manera puntual cada una de las especificaciones del numeral 4.0.

1. La integridad del flujo hidrológico del humedal costero

Según la Ley de Aguas Nacionales los humedales son “zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal y permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos”. Cowardin et al. (1979) señalan que los humedales albergan hidrófitas permanentes o periódicamente, sus suelos son hídricos no drenados y el sustrato está cubierto con agua somera o saturado durante un intervalo anual, durante la estación de crecimiento de las plantas.

Esta amplitud y frecuencia de las fluctuaciones del agua juega un rol clave en los procesos de los humedales y su estructura. Los cambios anuales o estacionales en la extensión de los niveles de agua afectan la biota superficial visible, tales cambios pueden producirse como respuesta a fluctuaciones en las fuentes de agua tales como la derivación de ríos, bombeo de aguas subterráneas, clima o usos de la tierra (tala de bosques).

Algunos de los factores que determinan las condiciones hidrológicas del manglar ubicado en el sistema ambiental, hacia la parte occidental del predio Lote 26-2 como parte del sistema lagunar de Boca Paila son:

No existe una aportación externa al predio, la duna presente en el predio hace de parteaguas y genera un escurrimiento superficial de a lo largo del predio desde el límite oriental hasta su descarga hacia la laguna Xamach.

De acuerdo a una intensidad de lluvia de 146.54 mm/hr, se genera un gasto pluvial de diseño de 30.85 l/s sobre la superficie del predio en las condiciones actuales de vegetación y tipo de suelo.

La capa fina de área en la playa mantiene una permeabilidad media por la cual se filtra el agua de la lluvia que corre lentamente bajo la superficie en dirección hacia el litoral. El nivel freático es muy cercano a la superficie, entre 0.85 y 0.90 metros de profundidad.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

El tipo de agua de la zona es *Clorurada Sódica de tipo III*, su rango de concentración de STD varía entre 9,500 y 13,800 ppm por lo que se clasifica como agua salobre y corresponde a una mezcla de agua que proviene por intrusión marina hacia el continente.

El desarrollo del proyecto se apega a los criterios que enmarcan la NOM-022-SEMARNAT y el Artículo 60 TER de la LGVS de tal forma que se desplanta en su totalidad en el palmar natural sin afectar ninguna superficie del manglar de franja de la Laguna Xamach.

El flujo superficial del agua se encuentra modificado desde la construcción del camino Tulum-Punta Allen el cual restringe el manglar en la sección occidental del predio, sin embargo, no se observan transformaciones significativas de las características ecológicas del humedal.

Los aspectos principales que el proyecto propone para no interferir con la dinámica del flujo hídrico que sustenta los procesos biológicos del humedal situado hacia el oeste del predio.

- ✓ El proyecto, aprovechará 447.86 m² para la construcción de la casa, de los cuales 418.19 m² corresponden a de vegetación de palmar, 3.04 m² de vegetación de duna y 26.62 de arenales naturales sin vegetación, respetando las crestas más altas del cordón arenoso y manteniendo el 85.87 % como superficie de conservación, sin aprovechar las superficies donde se desarrolla el manglar. La conservación de la porción oriental del predio permitirá la continuidad de los procesos de captación e infiltración hacia el nivel freático y con ello se dé su circulación natural y afloramiento en las partes más bajas de la zona.
- ✓ La cimentación se realizará en pilotes hincados para no interferir con la circulación del agua subterránea en un área mínima la cual no tendrá mayores efectos sobre esta dinámica.
- ✓ No se construirán muros o bordos que puedan interrumpir la dinámica hídrica.
- ✓ No se realizarán obras o actividades en el área de la porción occidental del predio con respecto al camino principal para destinarlo como zona de conservación, para evitar la afectación a la fauna y a las condiciones microtopográficas que condicionen afectaciones en el hidroperíodo.
- ✓ No se consideran actividades náuticas que pudieran generar alguna afectación en el flujo y calidad del agua de la laguna colindante en detrimento de la calidad ambiental.
- ✓ No se realizarán actividades extractivas de agua. Las aguas residuales serán tratadas en una micro-planta de tratamiento de aguas residuales y dirigidas a un humedal artificial como un segundo tratamiento para evitar el riesgo de contaminación a los mantos.

Con la aplicación de estos aspectos se prevé que el proyecto, por su diseño y construcción, no interrumpa la dinámica hidrológica superficial y subterránea, así como la calidad de agua de las condiciones actuales del sitio, propiciando que el agua de lluvia y la de mareas circulen hacia el humedal y hacia el mar, manteniendo las condiciones de hidroperíodo que se requiere para el mantenimiento de los procesos biológicos que la vegetación de manglar aledaña provee.

La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental.

La integridad ecológica concebida como un estado prístino ideal donde no se incluye al humano, en tanto que la pérdida de la integridad ecológica se debe a la divergencia del sistema con respecto de su condición natural base a causa de alguna actividad humana.

De acuerdo con lo que establece el Reglamento de Áreas Naturales protegidas (DOF, 2812-2004), se establecen zonificaciones en sistemas prístinos o núcleos, zonas de amortiguamiento y zonas de ocupación humana (o zonas de uso público). Por lo que el concepto de integridad ecológica se aplica aquí únicamente en la zona núcleo.

La integridad ecológica se alcanza evitando las "amenazas" que entrañan las actividades humanas para las áreas naturales. Al respecto el proyecto incide en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en la cual se promueven las áreas de conservación privada que, para el caso del desarrollo en cuestión, se desplantará únicamente sobre vegetación de palmar natural, además promueve áreas de conservación especialmente hacia la porción occidental del predio en donde se extiende vegetación de manglar, permitiendo su progreso y el flujo de interacciones en el ecosistema.

Definición de la integridad en el predio

En el predio donde se pretende implementar el proyecto Casa Habitación Lote 26-2 se encuentra en funcionamiento un camino principal que divide el terreno en dos secciones; la porción oriental hacia el mar Caribe donde se extiende un cordón de duna paralelo a la línea de costa y; la porción occidental hacia la Laguna Xamach en la zona de manglar. En términos del sistema ambiental se registra un estado de perturbación menor, con un grado mayor en los márgenes del camino comunal por el efecto de borde, debido al tránsito de vehículos por afectación a la vegetación de ambos lados del camino, ya que al ser de terracería se levanta el polvo que se acumula sobre el follaje de vegetación, en una perturbación puntual y constante, también existe un impacto indirecto hacia el lado de la ZOFEMAT ya que las corrientes del mar arrastran desechos de origen humano que se acumulan en la playa.



Figura 36. Condición actual del camino comunal Tulum- Punta Allen en áreas colindantes al predio

Al interior del predio se desarrollan comunidades vegetales de palmar, de duna costera y de mangle. Esta característica no es exclusiva del predio y predomina en una extensión considerable dentro de las colindancias del predio.

En la fracción oriental del predio de la cresta de la duna hacia el lado con frente al mar se desarrolla vegetación de duna constituida de plantas herbáceas y rastreras que se extienden hacia la Zona Federal Marítimo Terrestre con porciones fragmentadas de arenales naturales expuestas sin vegetación.

El frente de duna costera con el Mar Caribe del predio aún conserva rastros de impactos generados principalmente por eventos naturales de erosión eólica que no han permitido la completa colonización de vegetación herbácea colonizadora.



Figura 37. Condiciones actuales de la duna costera frente a la playa en el predio Lote 26-2.

En otras áreas del sistema ambiental regional ocurren procesos físicos de mayor importancia como el desgajamiento del suelo donde se desarrolla matorral costero ocasionado por la acción del oleaje y la fuerza de los vientos.



Figura 38. Condiciones actuales de la duna costera frente a la playa dentro del Sistema Ambiental.

Referente a afectaciones de origen antropogénico, se observó el arrastre y acumulación de grandes cantidades de residuos inorgánicos hacia las playas de la reserva, por lo que será importante el manejo adecuado de residuos en el área frente al predio.



Figura 39. Condiciones actuales de la duna costera frente a la playa en el predio Lote 26-2.

Actualmente la integridad de la porción litoral del sistema lagunar Boca Paila ha sido modificada, no solo por los impactos de origen natural, sino sobre todo por impactos antropogénicos, como el impacto residual generado por la implementación del camino comunal e impactos puntuales indirectos de afectación por la presencia de residuos sólidos urbanos.

Como se menciona en párrafos anteriores, el manglar de franja se distribuye hacia el oeste del predio en estudio, que se observa en buen estado de conservación.

En cuanto a la fauna, y ya que el predio está cubierto en su mayor parte de vegetación de palmar, uno de los hábitats de menor número de especies animales registradas dentro de la reserva. La macrofauna del sitio no presenta una riqueza considerable al compararlo con el

resto de la reserva, sin embargo, forma parte del mosaico de hábitats que permiten la alta diversidad regional.

El predio presenta áreas con diferentes estados de conservación y se registran especies de aves indicadoras tanto de perturbación como de conservación en diferentes zonas. No todas las especies que pueden habitar en el predio fueron registradas. Especies móviles como las aves pueden tener hábitos estacionales y utilizar el área solo cierta parte del año o para ciertas actividades. Además de los movimientos, hay anfibios e insectos que tienen patrones de vida estacionales y por lo tanto resulta más fácil encontrarlos en estaciones del año determinadas.

Considerando que el proyecto incide en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an con una política de aprovechamiento especial y que afectará principalmente vegetación de palmar en una superficie de 447.86 m² de aprovechamiento conservando una superficie que representa el 85.88 m² del predio, se considera que las afectaciones a la integridad del ecosistema, delimitado por el Sistema Ambiental con una superficie de 93.95 ha, serán de un nivel bajo y que esta afectación disminuirá con la aplicación de las medidas propuestas para evitar y en su caso atenuar la afectación, ya que se aprovechará una fracción del palmar y se conservará el frente de duna necesario para la protección de las costas y ecosistemas tierra adentro, lo que permitirá la infiltración y escurrimiento superficial de agua necesario para mantener el hidrociclo, movimiento de fauna hacia el mar y la dinámica natural del flujo de nutrientes y energía entre el mar, duna y manglar.

La estabilidad de la línea de costa ha sido moldeada por los eventos naturales que han impactado el sitio ocasionando la erosión de la primera duna, lo cual no se modificará con el proyecto en estudio, ya que éste se propone desplantando a una cota menor a los 4.5 msnm del lado del camino comunal Tulum-Punta Allen.

Su productividad natural

Los servicios de sustento son procesos ecológicos básicos que aseguran el funcionamiento de los ecosistemas y el flujo de servicios de provisión, de regulación y culturales. Entre estos servicios se encuentran la productividad primaria, que es la conversión de energía lumínica en tejido vegetal, y el mantenimiento de la biodiversidad.

Las escalas temporales importantes de variación en los flujos de carbono en una dimensión global van desde millones de años para los procesos controlados por los movimientos de la corteza terrestre, a la escala de días e incluso segundos, para los procesos relacionados con el intercambio aire-océano y la fotosíntesis. Es importante reconocer que el contenido de CO₂ atmosférico está modulado por la variación en la tasa de intercambio de la atmósfera y la biosfera. En condiciones naturales el nivel de concentración de CO₂ en la atmósfera en la escala global está determinado en última instancia por procesos geológicos.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

En México, los estudios que se enfocan al análisis de la productividad primaria abordan procesos relacionados con la PPN (crecimiento diametral de troncos, tasas de almacenamiento de carbono en la vegetación, producción de hojarasca y de raíces, etc.). En el caso de ecosistemas de manglares de las lagunas costeras, la mayoría de los estudios de productividad primaria se centran en la cuantificación de la producción de hojarasca de las cuatro de las especies presentes en el país: *Avicenia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*.

Estos estudios concluyen que los ecosistemas de manglares presentan una elevada tasa de productividad primaria bruta por lo que constituyen la base del continuo flujo de exportación e importación de material orgánico y nutriente hacia y desde ecosistemas vecinos. La variación de la producción de hojarasca de los manglares se relaciona con diversos factores, tales como la amplitud y penetración de la marea, estructura del bosque, niveles de salinidad en el suelo, subsidios de agua dulce, condiciones climáticas imperantes, latitud, entre otros.

Con respecto a lo mencionado, el proyecto no afectará la productividad primaria del humedal de la zona de influencia en virtud de que no aprovechará áreas sobre este tipo de vegetación, ni modificará las condiciones ambientales del flujo hídrico del ecosistema por el desarrollo de las obras, tampoco afectará las condiciones ambientales que determinan su mantenimiento tales como la infiltración y escurrimiento pluvial, rango de mareas, salinidad.

Adicionalmente se implementarán medidas preventivas y de mitigación para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen durante su desarrollo, con la finalidad de evitar la contaminación del lado oeste del camino comunal, de manera que se mantengan las condiciones naturales de productividad natural primaria y secundaria de la zona del humedal adyacente.

Así mismo, en el área de aprovechamiento del palmar y vegetación de duna se rescatarán los ejemplares vegetales para trasplantarlos en zonas afectadas y recuperar la cobertura vegetal y los procesos de absorción pluvial y subsecuentes en el ciclo del agua y nutrientes, fijación del suelo, hábitat para la fauna, que se traducen en el mantenimiento de la productividad del sistema, tanto primaria como secundaria.

Esta productividad secundaria tampoco se afectará considerando que el proyecto se despliega en el 5.91 % de la superficie total del predio dejando áreas de tránsito de la fauna, por lo que la fauna que ahí habita podrá continuar con la función que actualmente desempeña y migra a través de las áreas de conservación que mantendrá el proyecto.

La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas

La capacidad de carga se puede referir a la población que puede sostener un ambiente sin sufrir un impacto negativo irreversible. Otras definiciones lo interpretan como la tasa

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

máxima de consumo de recursos y descarga de residuos que se puede sostener indefinidamente sin desequilibrar progresivamente la integridad funcional y la productividad de los ecosistemas. La capacidad de carga turística se refiere al nivel máximo de uso de visitantes e infraestructura correspondiente que un área puede soportar sin que se provoquen efectos negativos sobre los recursos y se disminuya el grado de satisfacción del visitante.

El cálculo de la capacidad de carga para un determinado territorio se justifica por lo menos en cuatro sentidos:

- Para generar escenarios acerca de la posible transformación de los recursos naturales
- Para dar soporte a ciertas políticas ambientales y con ello tener más herramientas que permitan la negociación con los actores económicos y sociales de una región,
- Para considerar el efecto acumulativo de algunas actividades que, vistas de manera aislada, pudieran parecer inofensivas a la sostenibilidad de una región, y
- Para la realización de cualquier diagnóstico del territorio

El ordenamiento ecológico del territorio es un instrumento de planeación y concertación diseñado para incidir en el desarrollo regional y orientarlo eficazmente, su importancia radica en que permite identificar procesos ecológicos relevantes que deben protegerse en beneficio de la sociedad, define intensidades de aprovechamiento y uso de los recursos naturales y promueve la restauración de ecosistemas dentro de esquemas productivos. Esto permite la promoción del desarrollo sostenible, estableciendo dónde y cómo se pueden ejecutar los proyectos públicos y/o privados, al orientar el emplazamiento geográfico de las actividades productivas, así como las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales.

La capacidad de carga en el sistema del sistema ambiental del proyecto está dictaminada por instrumentos legales como el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de mayo de 2002. Con respecto a este programa, el predio se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental Tu7 con política de conservación.

El proyecto se desplantará de acuerdo a los requerimientos de densidad, altura y superficies de aprovechamiento que enmarcan los criterios de la UGA Tu7 para un uso de suelo de casa habitación, en conformidad a la capacidad de carga de la zona establecida por dicho ordenamiento con base a los atributos ecológicos de la zona costera de Sian Ka'an.

En cumplimiento al ordenamiento y sin exceder la demanda de servicios y consumo de recursos en todas las etapas, el proyecto en las etapas de preparación y construcción,

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

obtendrá el agua necesaria para las actividades, de pipas de agua contratadas de una empresa autorizada para su distribución y se utilizarán sanitarios portátiles contratados a una empresa especializada la cual se dispondrá de los residuos generados.

En la fase de operación el proyecto contará con un sistema mixto de tratamiento de aguas residuales que consistirá en una micro-planta de tratamiento de aguas residuales, BOSS Technology, y de un humedal artificial; en lo que respecta al agua para servicios, se contará con un tinaco para el almacenamiento de agua adquirido mediante pipas para la captación de agua pluvial que servirá para los servicios sanitarios, además se contará con un segundo tinaco para el almacenamiento de agua proveniente del generador atmosférico de agua. En lo que respecta a los residuos sólidos generados, estos serán entregados al servicio de limpieza Municipal que presta el servicio en el área de la Reserva, dicho generador con una capacidad de generación de agua de 500 litros diarios.

De tal forma que el proyecto no rebasa ni contraviene las disposiciones que pudieran generar desequilibrios por su desarrollo, y demanda de recursos y disposición final de las aguas residuales será solventada por la misma promotora.

Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;

Los manglares de franja están considerados como los segundos de mayor potencial para funcionar como sitios de hábitat, refugio y alimentación para la fauna.

El proyecto no aprovechará ninguna superficie del manglar, ni realizará actividades náuticas que pudieran generar perturbaciones a la fauna que depende del humedal para los procesos de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje. El proyecto se apegará a las actividades de protección que marque la Dirección de la Reserva.

Así mismo proveerá, a través de señalización indicativa y restrictiva, la protección del manglar y de la duna costera como ecosistemas para ciertas especies de fauna importantes en la dinámica ecológica del humedal.

La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;

Componentes bióticos y abióticos conforman ensamblajes integrados mediante procesos funcionales de corte físico, químico y biológico, en los que el agua, la energía y los materiales fluyen y se transforman. Dada su complejidad, el estudio integral de los procesos funcionales en los ecosistemas es escaso y relativamente reciente en todo el mundo.

Los procesos ecológicos mantienen una importancia en el control de la dinámica funcional de los ecosistemas, por tanto, deben ser identificados, evaluados y descritos. Estos han sido catalogados en tres grandes tipos: 1] aquellos ligados con la dinámica hidrológica del ecosistema; 2] los relacionados con la disponibilidad y el flujo de energía, y 3] los de corte

biogeoquímico involucrados en la dinámica de elementos minerales en el ecosistema. La mayoría de estos procesos ocurren en todos los ambientes; sin embargo, algunos solo ocurren en ambientes acuáticos y otros son más bien terrestres.

Con relación a la integridad entre ecosistemas, se señala que el proyecto solamente afectará vegetación de palmar para su desarrollo y ninguna superficie del manglar que se desarrolla desde la parte sur del predio. No se realizará actividades náuticas ni de ninguna clase en esta zona que pueda afectar la calidad del agua y fauna que ahí habita. El proyecto se desplantará respetando las restricciones de superficies de aprovechamiento, así como de los parámetros urbanísticos, para mantener el frente de duna necesario para la protección de las playas ante eventos puntuales ordinarios y extremos como los huracanes, mantendrá superficies permeables para la infiltración natural del agua pluvial y la topografía natural para su escurrimiento hacia las partes más bajas de la laguna. Adicionalmente, con estas medidas se mantendrán los procesos de limpieza del agua que realiza el humedal antes que ésta llegue hacia el mar. El proyecto se apegará a lo que dicte la Reserva en cuanto al uso del medio marino para no causar afectaciones a este ecosistema.

Cambios en las características ecológicas;

Uno de los principios fundamentales de la Convención de Ramsar sobre los Humedales de Importancia Internacional designados, es promover la conservación de los humedales a través del mantenimiento de sus características ecológicas. Esta Convención define las características ecológicas como *“la combinación de los componentes, procesos y beneficios/servicios del ecosistema que caracterizan al humedal en un momento determinado”*. Por cambio en las características ecológicas se entiende como *“la alteración adversa, causada por la acción humana, de cualquiera de los componentes, procesos y/o beneficios/servicios del ecosistema”*.

Con respecto a la estabilidad de un ecosistema, esta puede ser definida como un sistema que presenta una baja variabilidad a pesar de los cambios en las condiciones ambientales, en términos de resistencia, la resiliencia indica la habilidad de un ecosistema de regresar a su estado original después de un disturbio o perturbación.

Muchos factores influyen la magnitud y estabilidad de las propiedades del ecosistema, incluyendo el clima, geografía y suelo. Estos factores abióticos interactúan con rasgos funcionales de organismos que controlan las propiedades del ecosistema. Los cambios ambientales vinculados al cambio climático y a acciones antropogénicas podrían causar la pérdida de la biodiversidad en las siguientes décadas.

Las especies juegan un rol especial en los ecosistemas, la pérdida de especies a escalas locales y globales podría amenazar la estabilidad de los servicios ecosistémicos de los cuales depende la sociedad. Por ejemplo, el proceso de conversión de energía del sol a la fijación del carbono a través de la fotosíntesis de las comunidades vegetales, es un proceso biológico

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

que provee la base de la cadena alimenticia. Además, la alta diversidad de plantas puede permitir un incremento en la productividad del ecosistema por el uso eficiente de los recursos (Cleland, 2011).

Los estudios tradicionales se han enfocado sobre las amenazas funcionales de los organismos dominantes, por ser los factores bióticos que regulan las propiedades del ecosistema. Se ha demostrado que las modificaciones en la diversidad y composición de especies es el resultado de cambios ambientales que incluyen cambios en el uso de suelo, ciclo de nutrientes, composición atmosférica, clima, introducción de especies exóticas y sobre explotación.

Los cambios en las características ecológicas a nivel del sistema ambiental en que se ubica el predio del proyecto por eventos naturales de huracanes y oleaje, están relacionados a la erosión de playa y desgajamiento donde se desarrolla vegetación costera de palmar, así como afectaciones a la vegetación pionera de duna principalmente. No se observan afectaciones a la zona de manglar en virtud de la protección que ofrece la duna (Hooper, et al., 2005).

Con respecto a las afectaciones de origen antropogénico, los cambios en las características ecológicas se han dado a raíz del desarrollo turístico, casas habitación y el mantenimiento anual al camino costero Tulum Punta Allen. Las perturbaciones más evidentes que ha sufrido el humedal que rodea las lagunas, se observa a las orillas del camino Tulum Punta Allen donde se pudieron observar algunas zonas de afectación al manglar por acumulación de material de relleno (piedra y sascab).

Entre los cambios de las características que actualmente se observan está el efecto de borde en diversas secciones del camino, condicionando el establecimiento de especies oportunistas. La abundancia de la palma de *Cocos nucifera* cuyo origen proviene a raíz de que en la zona se realizaron actividades copreras, sin que esta especie se haya integrado a la dinámica de la duna y que presente desventajas ecológicas para las especies que ahí se desarrollan de manera natural, su utilización actualmente se encuentra regulada por el ordenamiento de la reserva.

Con base a lo anterior, el proyecto no generará cambios en las características ecológicas que tenga repercusiones adversas en la zona de humedal, ya que las obras se centrarán en la zona de palmar considerando las especificaciones señaladas, e implementando las medidas pertinentes para no modificar sus condiciones tales como el manejo adecuado de residuos, rescate y protección de flora y fauna en apego a los programas de protección de flora y fauna de la reserva, y utilización de sistemas tecnológicos alternativos para disminuir la presión sobre los recursos.

Servicios ecológicos;

Los ecosistemas proveen un amplio rango de servicios, muchos de los cuales son de importancia fundamental para el bien estar, salud, estilo de vida y supervivencia. La degradación de los ecosistemas y pérdida de diversidad de especies amenazan la habilidad de los ecosistemas para dar el soporte continuo de los servicios eco-sistémicos para las generaciones presentes y futuras.

Entre los servicios ecológicos que ofrece el manglar esta la regulación de inundaciones, tormentas, erosión, prevención en la intrusión de agua salada, de hábitat para alimentación, desove, alevinaje de especies comerciales y biodiversidad, así como servicios culturales, recreacionales, estéticos.

Los manglares están expuestos a un número de amenazas de contaminación, deforestación, fragmentación, incremento del nivel del mar, otras fuerzas de cambio antropogénicas; se refieren al incremento poblacional y desarrollo de áreas costeras y cambio climático (Brander, 2012).

Considerando que el proyecto no afectará ninguna superficie del manglar que se desarrolla en su límite sur que conforma el borde de la Laguna Xamach y que implementará las medidas de prevención y mitigación pertinentes para salvaguardar estos recursos, se considera que no afectará los servicios ecológicos que actualmente ofrece el manglar.

Servicios ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

Las características de la estructura, de la productividad y de la exportación de detritus a lo largo de un gradiente de hidrología y nutrientes definen cada uno de los tipos de manglar. En estos ecosistemas las condiciones de estrés están definidas por la interacción de varios factores que a su vez definen su estructura y función. Estos factores se han agrupado en tres líneas (Twilley y Rivera-Monrroy, 2005):

- Gradientes reguladores, que incluyen la salinidad, sulfuros, pH y reacciones redox.
- Gradientes de recursos, que incluyen nutrientes, luz, espacio y otras variables que contribuyen a la productividad
- Gradientes de hidroperíodo, que es una característica crítica de los humedales que controla la productividad.

La mortalidad del manglar, se asocia a cambios en el ambiente como:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

1. Cambios en el régimen de mareas, disminución de la precipitación, los cuales son factores primarios que originan cambios en las características edáficas como salinidad, fertilidad, anoxia, nutrientes, etc.
2. Reducción en la circulación del agua y movimiento de ésta, ocasiona un aumento en la concentración de sulfuros tóxicos y disminuye la disponibilidad de nutrimentos en el suelo de las zonas de manglar.
3. La reducción en el suministro de agua dulce, condiciona la concentración de sales en el suelo y promueve la hipersalinidad.
4. La reducción en la inundación promueve la oxidación de los compuestos y ocasiona una disminución en el pH.
5. Inundación severa de zonas sin drenaje, produce estancamiento prolongado con interrupción de intercambio gaseoso en los sistemas radicales de los árboles.
6. La acumulación de material vegetal en el sustrato, mayor a la cantidad que puede ser aprovechada, ocasiona un incremento en amonio y nitrificación.

El proyecto no afectará las condiciones del humedal en relación a la superficie que ocupa, al flujo hídrico, o su interacción con otros ecosistemas, por lo cual se considera que el proyecto no ocasionará condiciones de estrés fisiológico que origine la mortalidad del humedal ni reducción de sus poblaciones vegetales ni faunísticas.

A continuación, se describen las acciones del proyecto para dar cumplimiento a los numerales restantes de la NOM-022-SEMARNAT-2003 (Tabla 2).

Tabla 56. Acciones del proyecto para dar cumplimiento a los numerales de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

NOM-022-SEMARNAT-2003	Cumplimiento proyecto
<i>4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.</i>	La obra que se pretende es la construcción de una casa habitación, cuya cimentación será mediante pilotes de concreto reforzado, desplantado sobre el estrato de roca caliza, por lo cual no se interrumpirá el flujo del agua subterránea entre el manglar y la zona marina, en favor a la integridad ecológica del humedal. La obra que se desplanta bajo el nivel del suelo es la micro-planta de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, ésta se desplantará en un área mínima y con una profundidad máxima de 0.65 m bajo tierra lo cual está por arriba del manto freático que en el predio se ubica aproximadamente

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

NOM-022-SEMARNAT-2003	Cumplimiento proyecto
	a 0.85 m del nivel del suelo en la parte más baja del predio.
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	El proyecto considera una casa habitación e infraestructura necesaria para su funcionamiento, sin considerar obras de canalización importantes, ni infraestructura sobre el humedal costero o marina. Por lo que estos numerales no son aplicables a dicho proyecto.
4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	Hacia el lado oeste donde se pretende el desarrollo se extiende el camino comunal que se construyó tiempo atrás con material de sascab permitiendo el escurrimiento hacia ambos lados del camino. Debido a que el proyecto se desplantará sobre una cota de la duna menor de los 5.5 msnm, que es una parte elevada de la zona y que se desplantará sobre pilotes, no se modificará la topografía ni la permeabilidad de las áreas alrededor de la casa permitiendo el flujo de agua hacia las partes más bajas.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	Los residuos sólidos y líquidos se dispondrán de acuerdo a las medidas propuestas, en el programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos del proyecto "Casa habitación unifamiliar lote 26-2". Las aguas residuales serán canalizadas a una microplanta de tratamiento y a un posterior tratamiento en el humedal artificial, cuya agua cumpla con los parámetros de la normatividad correspondiente para ser reutilizados en el riego de

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

NOM-022-SEMARNAT-2003	Cumplimiento proyecto
	jardines y otras actividades de mantenimiento de la casa.
<i>4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.</i>	El proyecto no contempla la perforación de pozos de aprovechamiento ni de rechazo ya que el agua se adquirirá en el poblado de Tulum en pipas, además de que se contará con un tinaco para la captación de agua pluvial. En lo que respecta al agua que se generará de la micro-planta de tratamiento, ésta se dirigirá al humedal artificial, donde las plantas que ahí se sembrarán, absorberán y transpirarán gran parte de esta agua, y el excedente será utilizado para el riego de áreas de verdes, para lo cual se realizarán por lo menos una vez al año análisis de la calidad del agua que se obtenga del humedal artificial para garantizar que esta cumpla con la normatividad aplicable.
<i>4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.</i>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción se contratarán empresas especializadas para la disposición final de las aguas residuales y así evitar cualquier vertimiento de estas aguas al suelo natural.</p> <p>En la etapa de operación, las aguas residuales serán canalizadas a una micro-planta de tratamiento cuya agua cumple con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1997, posteriormente serán dirigidas a un humedal artificial.</p>
<i>4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.</i>	Las aguas provenientes de la micro-planta de tratamiento no se verterán en la zona del humedal natural, éstas serán dirigidas hacia el área del humedal artificial previsto para el sistema mixto de tratamiento de aguas residuales, cuyos parámetros estarán dentro de las normas correspondientes para lo cual se realizarán por lo menos una vez al año análisis de la calidad del agua que se obtenga del humedal artificial para garantizar que esta cumpla con la normatividad aplicable.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

NOM-022-SEMARNAT-2003	Cumplimiento proyecto
<p>4.10 <i>La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.</i></p>	<p>El proyecto no contempla ninguna actividad de perforación de pozos de absorción ni de aprovechamiento.</p> <p>El agua necesaria para la construcción del proyecto se obtendrá de pipas de agua potable y durante la etapa de operación el agua se obtendrá de un generador atmosférico de agua, de la recolección pluvial y de la contratación de pipas.</p>
<p>4.11 <i>Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.</i></p>	<p>El proyecto no contempla la introducción de ejemplares de fauna y vegetales exóticos considerados invasores o perjudiciales para los ecosistemas costeros. En el caso de los ejemplares utilizados para la reforestación serán propios de la zona donde se desarrolla el proyecto.</p>
<p>4.12 <i>Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.</i></p>	<p>El proyecto considera el 85.88 % como área de conservación desde la porción del predio más elevada donde se desenvuelve la duna costera y que tiene la función de parteaguas hacia el mar y hacia la laguna, en la cual el proyecto se desplantará sobre una cimentación de pilotes, sin que se afecte el intercambio de agua a nivel freático entre el mar y el aporte hídrico de la cuenca continental, según lo recomendado en el informe de mecánica de suelos (anexo técnico 7).</p>
<p>4.13 <i>En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.</i></p>	<p>La porción de humedal que incide en el extremo suroeste del lote 026-2, y del resto del predio que no sea autorizado para su aprovechamiento, permanecerá como zona de conservación en la cual no se realizarán ningún tipo de obras o actividades.</p>
<p>4.14 <i>La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o</i></p>	<p>La única vía de acceso es a través del camino comunal de terracería de Tulum-Punta Allen, el cual limita con</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

NOM-022-SEMARNAT-2003	Cumplimiento proyecto
<i>paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.</i>	el manglar en algunas secciones. El proyecto no construirá nuevas vías de comunicación.
<i>4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.</i>	El proyecto no prevé la utilización de servicios que utilicen postes, ductos o líneas.
<i>4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.</i>	El proyecto contempla infraestructura urbana desplantada hacia el lado este del camino comunal donde se desarrolla vegetación de palmar natural. La distancia desde donde se pretende el desplante del proyecto hasta el inicio del manglar no cumple con la franja de los 100 metros, sin embargo, el proyecto se apega al <i>adendum</i> a la NOM-022-SEMARNAT-2003 en la cual se adiciona la especificación 4.43, para lo cual se establecerán las medidas de prevención y compensación necesarias en beneficio de los humedales, los cuales se enlistan más adelante.
<i>4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.</i>	El material necesario para la construcción del proyecto se obtendrá de casas comerciales que cuenten con todas las autorizaciones pertinentes en materia de impacto ambiental necesarias.
<i>4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos</i>	Para dar cumplimiento, la empresa promovente somete a evaluación ante ésta H. Secretaría, el presente Documento Técnico Unificado Modalidad B-Particular, con el fin de obtener las autorizaciones en materia de impacto ambiental para la preparación construcción y operación del proyecto, así como la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

NOM-022-SEMARNAT-2003	Cumplimiento proyecto
<i>forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.</i>	
<i>4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.</i>	Dado que el desplante del proyecto se realizará fuera del manglar y zonas de inundación, y que no generará una extracción importante de material pétreo (lo que resulte por la excavación para la microplanta de tratamiento), se prevé que no se obstruirán los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.
<i>4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.</i>	Como parte del proyecto se aplicarán las medidas necesarias para disponer adecuadamente los residuos a través de las medidas propuestas y donde las autoridades municipales indiquen.
<i>4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales ...</i>	El proyecto se trata de una casa habitación y no contempla este tipo de actividades acuícolas en ninguna de sus etapas.
<i>4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola.</i>	
<i>4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.</i>	El proyecto no contempla la construcción de canales en ningún área del proyecto.
<i>4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.</i>	El proyecto que corresponde a una casa habitacional no llevará a cabo actividades acuícolas, construcción de canales, ni producción de sal por lo que estos numerales no le son aplicables.
<i>4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.</i>	
<i>4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.</i>	

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

NOM-022-SEMARNAT-2003	Cumplimiento proyecto
<p>4.27 <i>Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.</i></p>	
<p>4.28 <i>La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.</i></p>	<p>El proyecto no contempla actividades dentro de la zona inundable del humedal, la casa se desplantará sobre vegetación de palmar, por lo que este numeral no le aplica.</p>
<p>4.29 <i>Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.</i></p>	<p>El proyecto no contempla actividades de turismo náutico en las zonas de manglar.</p>
<p>4.30 <i>En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.</i></p>	
<p>4.31 <i>El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.</i></p>	<p>El proyecto no contempla actividades educativas ni de ecoturismo en el área del humedal colindante al predio.</p>
<p>4.32 <i>Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de</i></p>	<p>El acceso principal al proyecto es el camino comunal Tulum-Punta Allen. La porción del predio donde se desplantará el proyecto, actualmente cuenta con un</p>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

NOM-022-SEMARNAT-2003	Cumplimiento proyecto
<i>acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.</i>	área de acceso a la playa la cual permanecerá como tal. Debido a que no habrá necesidad de generar más vías de acceso, el proyecto se apega al presente numeral.
<i>4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.</i>	El proyecto no contempla la construcción de canales.
<i>4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.</i>	El proyecto no contempla ninguna actividad en la porción occidental del proyecto para evitar la intromisión al manglar adyacente. Además se aplicarán las medidas necesarias para evitar la compactación por el tránsito de personas y vehículos ajenos al mismo, principalmente en las etapas de preparación y de construcción.
<i>4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.</i>	En el predio se desarrolla vegetación de palmar en mayor proporción, y está dividido en dos secciones por el camino comunal. La sección occidental será en su totalidad área de conservación con restricción de acceso y utilización, para evitar la afectación indirecta del manglar de la Laguna Xamch. El proyecto se sumará a los esfuerzos institucionales que se implementen para la conservación y protección de los ecosistemas costeros de la región.
<i>4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.</i>	
<i>4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y</i>	El proyecto no afectará estos procesos en virtud de que únicamente se aprovechará una porción en palmar natural sin afectar la unidad hidrológica que

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

NOM-022-SEMARNAT-2003	Cumplimiento proyecto
<i>animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.</i>	sustenta el manglar y demás comunidades vegetales y animales que ahí habitan. Contará con un sistema integral de tratamiento de aguas residuales generadas en la operación del proyecto.
<i>4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.</i>	El proyecto no contempla el desarrollo de ningún proyecto de restauración de manglar.
<i>4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.</i>	
<i>4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.</i>	El proyecto no contempla el desarrollo de proyectos de restauración de manglar.
<i>4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.</i>	
<i>4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.</i>	En el análisis de impacto ambiental y de la presente norma, se han tomado en cuenta una serie de estudios hidrológicos, geofísicos y de mecánica de suelos específicos, además se han considerado los estudios sobre la unidad hidrológica reportados por INEGI y publicaciones de carácter científico.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

NOM-022-SEMARNAT-2003	Cumplimiento proyecto
<p><i>Artículo Único. Se adiciona la especificación 4.43 a la NOM_022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar para quedar como sigue:</i></p> <p><i>"4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente".</i></p>	<p>Con base a lo establecido por la Norma, el proyecto llevará a cabo las medidas de compensación que a continuación se detallan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) La empresa promotora contactará a personal de la Reserva para donar 2 letreros, apoyando con esto a la promoción de la disposición adecuada de residuos y la protección a la flora y fauna de la duna y manglar. 2) Se realizarán actividades de reforestación del palmar y duna costera para promover la retención de arena y permanencia de las bermas existentes.

NOM-162-SEMARNAT-2012

Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

Tabla 57. Vinculación a la NOM-162-SEMARNAT-2012

Especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012	Vinculación con el proyecto
5.1 <i>Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:</i>	Se cumplirá con lo establecido en el presente criterio, tal y como se especifica en el Plan de acciones para la conservación de tortugas marinas (anexo técnico 4).
5.2 <i>El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.</i>	El presente documento se ingresa con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental y en materia forestal por el cambio de uso de suelo, para la construcción y operación de una casa habitación.
5.3 <i>Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.</i>	El acceso hacia la ZOFEMAT cumple con lo establecido en el Programa de ordenamiento ecológico y el programa de manejo de la Reserva.
5.4. <i>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</i>	
5.4.1 <i>Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</i>	La vegetación en el hábitat de anidación de la tortuga marina se mantendrá intacta.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012	Vinculación con el proyecto
5.4.2 Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.	Se contempla la reforestación de una porción de duna costera que se encuentra sin vegetación actualmente y que no será aprovechada.
5.4.3 Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidaderas y sus crías.	Se cumplirá con lo establecido durante las temporadas de anidación y emergencia de tortugas marinas se retirará todo objeto móvil que se utilice para disfrutar de la ZOFEMAT.
5.4.4 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.	Durante la temporada de anidación y emergencia de tortugas marinas se mantendrán apagadas las luces que den hacia el mar o hacia la playa, además de que se utilizarán en este lado de la casa únicamente focos de luz cálida durante todo el año y estarán dirigidas hacia la casa.
5.4.5 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.	Se cumplirá con lo establecido, donde la iluminación que se instale cerca de las playas de anidación se dirigirá hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. ✓ Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. ✓ Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.
5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para áreas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	En la reserva no hay acceso a vehículos hacia la playa, ni de animales domésticos, lo cual seguirá así en el predio del proyecto en estudio.

III.5. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL DECRETO DE ANP DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIAN KA'AN.

DECRETO POR EL QUE SE DECLARA COMO ÁREA QUE REQUIERE LA PROTECCIÓN, MEJORAMIENTO, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUS CONDICIONES AMBIENTALES LA SUPERFICIE DENOMINADA RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIAN KA'AN, UBICADA EN LOS MUNICIPIOS DE COZUMEL Y FELIPE CARRILLO PUERTO, Q. ROO (D.O.F. 20 DE ENERO DE 1986).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

El Decreto mencionado en este punto, distingue dentro de la Reserva de Sian Ka'an tres zonas núcleo y una zona de amortiguamiento. El predio del proyecto se ubica dentro de la Zona de amortiguamiento decretada para la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

La zona de amortiguamiento constituye una zona destinada a proteger las zonas núcleo de la reserva; promover la investigación aplicada para el manejo integral y sustentable de los recursos naturales de uso actual y de uso potencial; dar continuidad a las actividades productivas fomentando sustentabilidad y mejorándolas con base en las normas resultantes de las investigaciones al respecto; generar modelos de desarrollo y de utilización de los recursos naturales que sean aplicables al resto de la región biótica; ofrecer oportunidades para la educación y recreación pública; constituirse en el espacio para el asentamiento de la población local y la experimentación de normas y tecnologías que permitan compatibilizar a los asentamientos humanos con los objetivos de conservación del área.

La zona de amortiguamiento comprende todas las zonas al interior de la reserva que no están dentro de las poligonales de las zonas núcleo que define el Decreto Presidencial o sus modificaciones. Comprende en términos generales aquellos terrenos situados a menos de tres kilómetros a cada lado del camino del entronque Chumpón y Felipe Carrillo Puerto, a Vigía Chico y la Glorieta Javier Rojo Gómez, los terrenos de propiedad particular ubicados en la costa, las lagunas costeras, las grandes bahías y el área marina. Ocupa el 47% de la superficie total de la reserva, es decir 248,443 hectáreas, de las que 85,131 hectáreas corresponden a zonas terrestres y 163,312 hectáreas a zonas marinas. La zona de amortiguamiento no debe ser conceptualizada como una zona de desarrollo o colonización intensiva, ya que ello dificultaría innecesariamente la labor de protección en detrimento de los objetivos básicos de la Reserva.

Las normas generales de uso dentro de la zona de amortiguamiento señalan que las tecnologías aplicadas deberán restringirse a aquellas que economícen espacio, energía y recursos, utilicen materiales de la región y sean comprensibles y manejables por la población. El proyecto se localiza dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva.

Las restricciones que establece el Decreto en la zona de amortiguamiento, se enfocan a la conservación de la biodiversidad. Dichas restricciones se establecen a través de los Artículos que se transcriben a continuación.

ARTICULO TERCERO.- Dentro de la citada reserva, se establece una zona de amortiguamiento, con superficie de 248,443-66-80 hectáreas, para los fines que se precisan en este Decreto.

El predio del proyecto se ubica dentro de dicha área de amortiguamiento.

ARTICULO OCTAVO.- Todo proyecto de obra pública o privada que pretenda realizarse dentro del área considerada como zona de amortiguamiento deberá contar con autorización expresa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

En cumplimiento al presente artículo se presenta ante esta H. Secretaria el Documento Técnico Unificado Modalidad B Particular, para obtener la autorización de la autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y en materia de impacto ambiental una vez obtenida la autorización federal, se tramitaran los permiso municipales correspondientes.

ARTICULO DECIMOSEGUNDO.- Se declara veda total e indefinida de la caza y captura de las especies de jaguar, puma, tigrillo, leoncillo, mono araña, zaraguato, tapir, manatí, temazate, jabalí y oso hormiguero, en toda el área que comprende la "Reserva de la Biosfera Sian Ka'an".

Con el fin de dar cumplimiento al presente criterio se realizarán pláticas de concientización ambiental a todo el personal que labore en las diferentes etapas del proyecto, en las pláticas se les hará saber todas las prohibiciones que hay dentro de la Reserva, así como las sanciones a las que se harían acreedores por parte de las autoridades competentes en caso de incurrir en algún acto indebido.

ARTICULO DECIMOCUARTO.- El aprovechamiento de la flora y fauna silvestre dentro de la zona de amortiguamiento deberá realizarse por los habitantes de la reserva en forma racional, atendiendo a las restricciones ecológicas que al efecto emitan las autoridades competentes, sin perjuicio de lo que establezca el Calendario Cinegético.

El proyecto no involucra actividades de aprovechamiento cinegético de alguna otra índole de especie de fauna y/o flora, por lo que cumple con lo establecido en los presente Artículo.

III.6. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CONABIO.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), ha clasificado el territorio del país de acuerdo a la relevancia de la biodiversidad que presenta, clasificando ciertas áreas como: Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

La CONABIO a través del trabajo multidisciplinario con los sectores académicos, gubernamental, privado, social y de organizaciones no gubernamentales de conservación, identificó, delimitó y caracterizó 70 áreas costeras y oceánicas de la República Mexicana, consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad. De la misma forma, identificó las amenazas al medio marino de mayor incidencia o con impactos significativos en nuestras costas y mares. Esta información se organizó en fichas técnicas para cada área prioritaria identificada, las cuales contienen información general de tipo geográfico, climatológico, geológico, oceanográfico, así como la información biológica, de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Lo anterior ha permitido obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Considerando la ubicación del predio, éste se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria Sian Ka'an, la Región Prioritaria Marina Sian Ka'an, el Área de Importancia para la Conservación de las Aves Sian Ka'an y la Región Terrestre Prioritaria Sian Ka'an- Uaymil-Xcalak.

III.6.1. Región Terrestre Prioritaria Sian Ka'an- Uaymil-Xcalak (www.conabio.gob.mx).

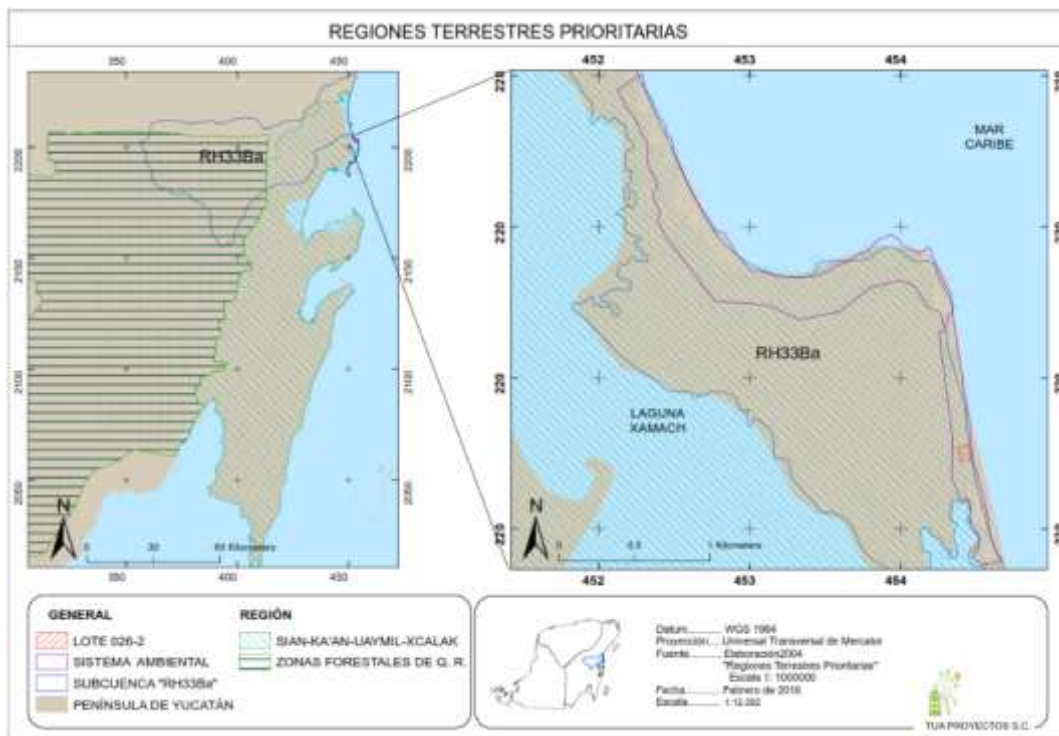


Figura 40. Ubicación del predio dentro de la región terrestre prioritaria Sian KA'AN- Uaymil-Xcalak.

Características generales: Región definida como prioritaria en función de la riqueza de ecosistemas con un grado alto de conservación. Comprende las ANP de Sian Ka'an y Uaymil, la Península Meridional de Quintana Roo (región Majahual - Xcalak) que bordea la Bahía de Chetumal.

Problemática ambiental: Existen problemas de crecimiento desordenado de poblaciones humanas debido a la promoción por parte del sector turístico en la zona costera.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Prácticas de manejo inadecuado: Sobreexplotación de especies comerciales, incremento de actividades turísticas, irregularidad en la tenencia de la tierra, invasión de especies exóticas, incendios forestales, cacería y extracción de recursos en forma clandestina.

El proyecto se ubica en un ANP, y cumple con todos los criterios del Programa de manejo y ordenamiento de la RBSK, el proyecto no incrementa la problemática descrita, se incorpora al crecimiento económico de la región, implementando tecnologías amigables con el ambiente.

III.6.2. Región hidrológica prioritaria 108 Sian Ka'an.

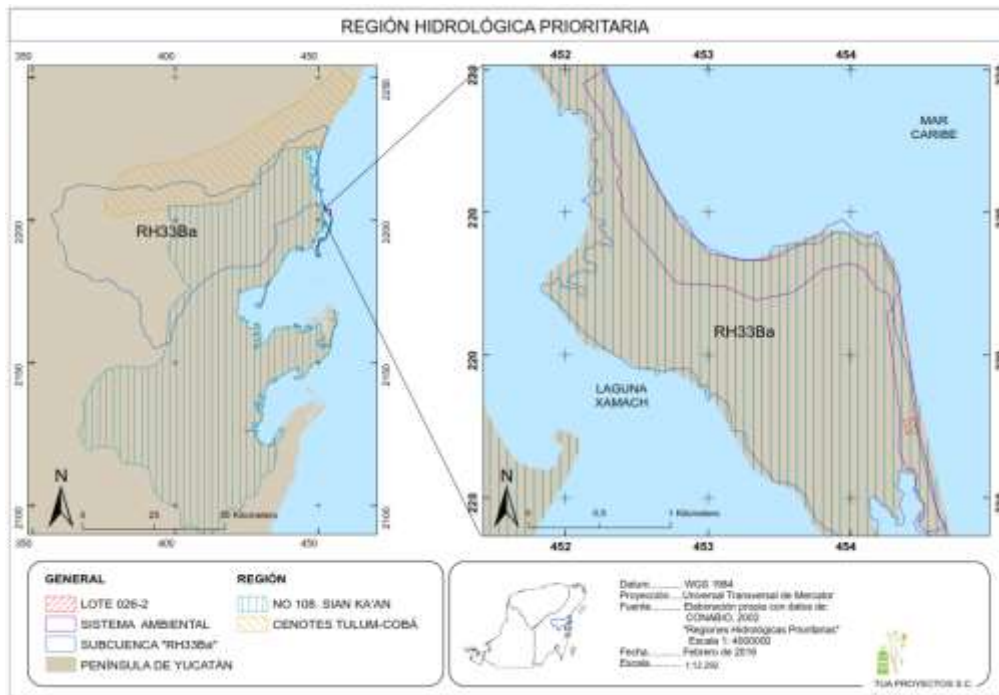


Figura 41. Ubicación del predio en la Región hidrológica prioritaria Sian Ka'an.

Geología/Edafología: Geológicamente la zona está constituida por calizas granulosas, llamadas sascab, que no se han mineralizado. Placa Maya este con rocas sedimentarias. Plataforma estrecha. Suelos tipo Gleysol, Zolonchak, Litosol y Rendzinas.

Principales poblados: Punta Herrero, Punta Allen, Felipe Carrillo Puerto, Chunyaxchem, Muyil, Uaymil, Chumpón, Vigía Chico, Tres Reyes.

Problemática:

- **Modificación del entorno:** desarrollos turísticos desordenados.
- **Contaminación:** arrastre de hidrocarburos hacia la zona.
- **Uso de recursos:** introducción de tilapia *Oreochromis mossambicus*. Manejo inadecuado de pesquerías de langosta. Uso de trampas no selectivas.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Preocupan la introducción de especies exóticas, problemas de ordenamiento de desarrollo turístico y los incendios provocados. La zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional. Está considerada un humedal prioritario por la North American Wetlands Conservation Council. Comprende la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y el Área de Protección de Flora y Fauna de Uaymil.

El proyecto denominado "Casa Habitación Unifamiliar Lote 026-2", no generará un aumento en la problemática de la región prioritaria, contará con el equipamiento necesario para un adecuado tratamiento del agua residual, y utilizará tecnología de punta para el abastecimiento de agua como es el generador atmosférico de agua (Se anexa ficha técnica), aunado a esto se evitará al introducción de especies exóticas.

III.6.3. Región Marina Prioritaria 65, Sian Ka'an.

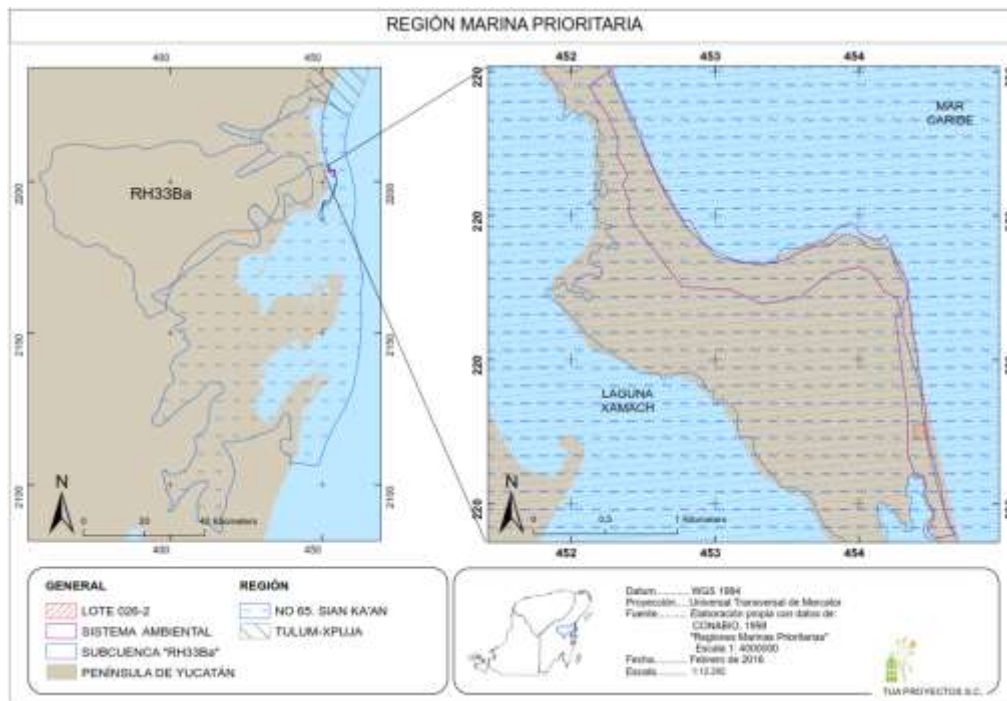


Figura 42. Región Marina Prioritaria Sian Ka'an.

Oceanografía: predomina la corriente del Caribe. Oleaje medio. Aporte de agua dulce por ríos subterráneos.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, corales, peces, tortugas aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja. Zona de reproducción y refugio de manatí, tortugas (*Chelonia mydas*, *caguama*) y aves migratorias. Abundancia y rareza de moluscos (*Strombus gigas*), crustáceos (*Panulirus argus*).

Aspectos económicos: Zona pesquera (tiburón y langosta) de tres cooperativas. Turismo en Punta Allen y Vigía Grande. Desarrollos turísticos costeros.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

La Problemática en esta zona es:

- × *Modificación del entorno: daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales.*
- × *Contaminación: arrastre de hidrocarburos hacia la zona.*
- × *Uso de recursos: presión del sector pesquero sobre el coral negro y tiburón. Cocodrilos, tortugas y manatí en peligro. Uso de trampas no selectivas.*

La zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional.

El proyecto no desarrollará actividades en la zona marina, respeta todos los criterios de tal forma que no hay riesgo de afectación indirecta a las condiciones de la zona marina, aunado a esto se aplicará un Programa Integral de Manejo de Residuos y un Plan de acciones para la conservación de la tortuga marina.

III.6.4. AICA SE-34

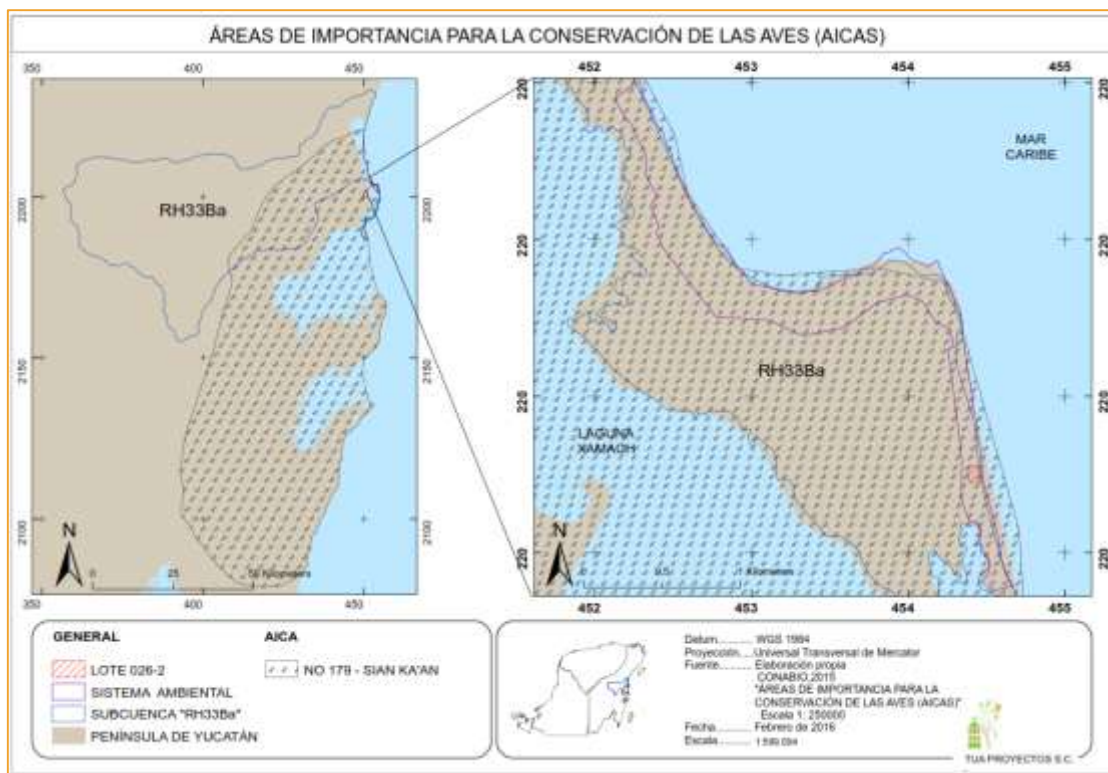


Figura 43. Ubicación del proyecto dentro de la IACA SE-34, Sian Ka'an.

Tenencia de la tierra: privada, federal

Uso de la tierra y cobertura: turismo 1, conservación 99

Amenazas: 1 otra huracanes, 2 turismo, 3 deforestación

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Descripción: *La Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an se ubica en un área plana y poco elevada sobre el nivel del mar. No existen ríos, el agua que recibe el suelo se filtra rápidamente. La vegetación de la zona es muy variada e incluye lagunas costeras y cayos.*

Justificación: *La zona se considera Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO. Existen varias especies cuasiendémicas de aves y 9 endémicas, incluyendo especies amenazadas y en peligro de extinción. Es de gran importancia para las aves de selva y acuáticas. Además, existe otro tipo de fauna en el área como son Felis concolor, Leopardus pardalis, Tapirus bairdii, Ateles geoffroyi, Chelonia mydas.*

Vegetación: *Selvas medianas en un gradiente hacia el mar pasando a selvas inundables, pantanos de agua dulce y salobre, lagunas costeras y cayos y también peténes. De acuerdo a Rzedowski: tipo b, c, e, f y j. Bosque tropical perennifolio y subcaducifolio.*

Categorías a las que aplica: *5 Se considera una zona importante para llevar a cabo estudios sobre la dinámica de los humedales en buen estado de conservación.*

Vinculación del proyecto con las regiones prioritarias y AICAS: La empresa promotora solicita a la SEMARNAT la autorización para la construcción y operación de una casa habitación, misma que se plantea cumpliendo con cada una de las restricciones que se señalan en el Programa de Manejo, así como en el Programa de Ordenamiento Territorial de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, además de que se implementaran las medidas preventivas y de mitigación necesarias para minimizar los impactos que se generan con la construcción de la casa, así como con las obras temporales y de apoyo, tales como el rescate y reubicación de la flora y fauna, vigilancia ambiental en las etapas de preparación y construcción, y la reforestación y enriquecimiento de áreas que no cuentan con vegetación actualmente y las que serán utilizadas para la instalación de algunas de las obras temporales, además de que se mantendrá como área de conservación el 85.88 % del predio. Es de suma importancia destacar que la empresa promotora contempla el uso de eco-tecnologías para un uso eficiente del recurso agua, entre los que destacan el generador atmosférico de agua, con el cual se obtendrá agua purificada de la humedad del ambiente con el cual se podrían generar hasta 500 litros de agua diariamente por lo que no hará uso del agua del subsuelo, otra eco-tecnología que se utilizará será la micro-planta de tratamiento y el humedal artificial, con este sistema mixto para el tratamiento de las aguas servidas del proyecto se evitara la inyección al subsuelo de aguas contaminadas, ya que el agua que salga de la micro planta de tratamiento se mantendrá en el humedal artificial y el excedente que se genere en el humedal podrá ser utilizado para el riego del área ajardinada, previo cumplimiento de la normatividad aplicable, por lo que se realizaran análisis de la calidad del agua cada dos meses.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

III.6.5. Sitios RAMSAR Sian Ka'an.

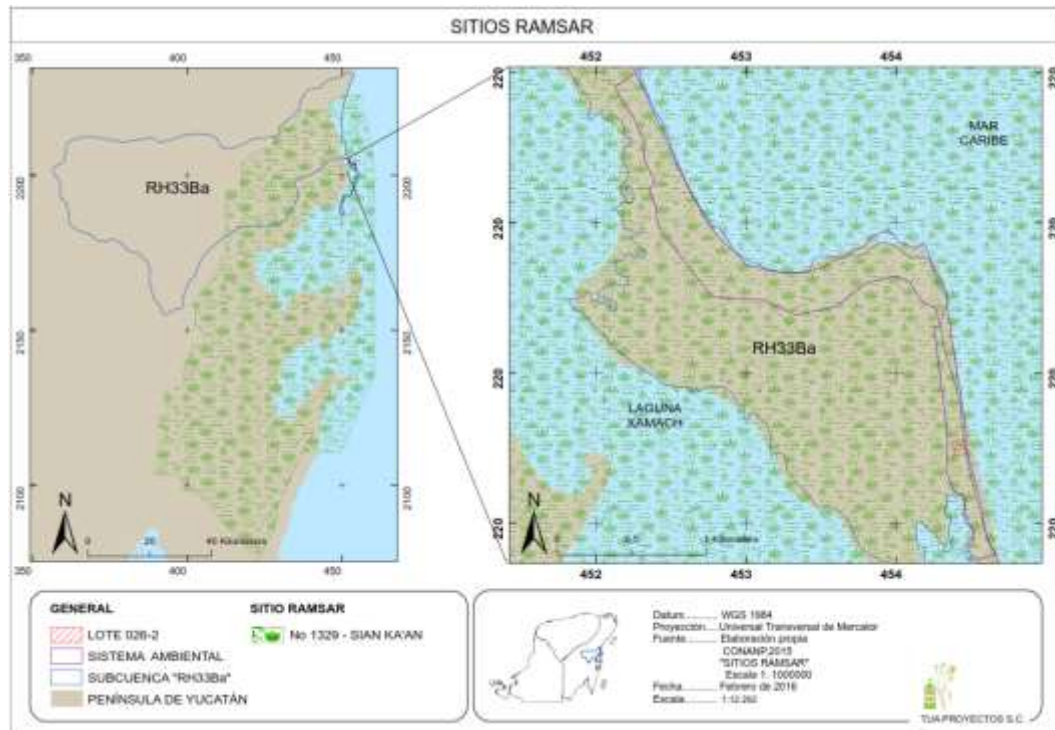


Figura 44. Ubicación del predio dentro del sitio RAMSAR Sian Ka'an.

La Convención RAMSAR fue firmada en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, entrando en vigor hasta 1975. En suma, es un tratado multilateral que sirve de marco para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos, mediante acciones locales, regionales y nacionales, con el apoyo o cooperación internacional.

La Convención contiene disposiciones tendientes a la conservación y aprovechamiento sustentable tanto de humedales que hayan sido incluidos en la Lista de sitios o humedales de importancia internacional, como aquellos que no lo han sido.

De manera muy particular, resalta el artículo 3.1 de la Convención Ramsar que obliga a las partes a "elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio."

Con estos criterios, se ubicó a la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, entre los 39 sitios con mayor valor en recursos de humedales y zonas marinas, por contener 4 de las 6 categorías evaluadas las cuales se refieren a:

- ✓ Valores en humedales de agua dulce.
- ✓ El componente de recursos marino-costeros.
- ✓ Recursos de manglares.
- ✓ Arrecifes de coral.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Las otras 2 categorías incluidas en el estudio fueron: "contener islas" y "contener lagos o ríos subterráneos", y si bien en Sian Ka'an existen ambos sistemas naturales, es posible que estos no fueran incluidos por la falta de un sustento técnico, en particular del sistema acuífero subterráneo de Sian Ka'an.

A los resultados de este análisis habría que añadir el significado en la superficie terrestre de la Reserva de las selvas bajas inundables endémicas de la Península de Yucatán y los petenes, como asociaciones vegetales exclusivas de las Penínsulas de Florida y Yucatán, y la presencia de arrecifes de coral. Sian Ka'an contiene los hábitats naturales de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad in situ, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción con valor excepcional universal desde el punto de vista de la ciencia o la conservación. Entre las especies de plantas amenazadas o en peligro de extinción Sian Ka'an posee la palmas chit (*Thrinax radiata*), nakax (*Coccothrinax readii*), kuka (*Pseudophoenix sargentii*) y despeinada (*Beaucarnea ameliae*).

Sian Ka'an incluye las principales comunidades propias de la Península de Yucatán y el Caribe y se sitúa como una zona de transición que permite una gran diversidad de ambientes en donde se desarrollan organismos tanto mesoamericanos como antillanos.

Las principales comunidades existentes en Sian Ka'an de acuerdo con la CONANP (<http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php>) son:

- ✓ Selvas tropicales con 4 subtipos (selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, selva baja caducifolia y selva baja inundable).
- ✓ Vegetación inundable que comprende cayos, manglares de franja, manglares chaparros, marismas de zacate, tasistales y comunidades inundables arboladas con dosel abierto.
- ✓ Comunidades arbustivas que incluyen acahuales (vegetación secundaria), quemadales, vegetación de dunas costeras y áreas perturbadas.
- ✓ Cuerpos de agua como cenotes, lagunas interiores, las lagunas costeras y canales de escorrentía.
- ✓ Bahías representadas por cuerpos de agua marina someros con influencia de agua dulce.
- ✓ Plataforma arrecifal que abarca hasta la isobata de 50 m hacia mar abierto.

Los tipos de vegetación más importantes son la selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia. También existen asociaciones de menor extensión, de distribución irregular como manglar, sabana, tintal, chechenal, tasistal, carrizal-sabal-tular y dunas costeras.

La diversidad de ecosistemas, fauna y flora que tiene Sian Ka'an, así como el magnífico estado de conservación de sus recursos naturales, justificaron sobradamente su inscripción en la lista de la UNESCO como Patrimonio Mundial de la Humanidad, así como su inscripción como Sitio RAMSAR el 27 de noviembre de 2003, bajo el Número RAMSAR 1329.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Vinculación del proyecto: La empresa promovente no realizará obra alguna en el lado oeste del predio donde se ubican dos pequeños manchones de manglar, además de que se implementaran las medidas preventivas y de mitigación necesarias para minimizar los impactos que se generan con la construcción de la casa, así como con las obras temporales y de apoyo, tales como el rescate y reubicación de la flora y fauna, vigilancia ambiental en las etapas de preparación y construcción, y la reforestación y enriquecimiento de áreas que no cuentan con vegetación actualmente y las que serán utilizadas para la instalación de algunas de las obras temporales, además de que se mantendrá como área de conservación el 85.88% del predio.

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.

El sistema ambiental (SA), es un espacio geográfico caracterizado por su extensión, uniformidad y funcionamiento, cuyos límites deben ser establecidos por la continuidad del o de los ecosistemas de que forman parte, utilizando para ello componentes ambientales (geoformas, agua, aire, suelo, flora fauna, población, infraestructura, paisaje) y sus factores (calidad, cantidad, extensión, etc) donde interactúa el proyecto en espacio y tiempo. La importancia del sistema ambiental radica en que es el elemento más relevante en el desarrollo de la evaluación de un proyecto, en lo referente a la parte ambiental, es decir, define las reglas de decisión sobre el funcionamiento base de un ecosistema, seleccionando las características homogéneas y su alcance o extensión del ecosistema dentro del sistema ambiental; conllevando a una percepción en materia de calidad ambiental.

La caracterización del Sistema Ambiental debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales (artículo 44 del REIA).

Los criterios aplicados para la delimitación del sistema ambiental, al cual pertenece el predio, son los siguientes:

- a) **Criterios de Planeación y Desarrollo** (Enfoque Sistémico): De acuerdo con el Artículo 7 Fracción XI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) se define como Cuenca hidrológico-forestal la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

El sitio del proyecto se localiza en la Región Hidrológica Yucatán Este (No. 33) en la cuenca "Cuencas Cerradas" donde se tiene únicamente cuerpos de agua como son Laguna Chunyaxché, Laguna Chinchancanab, Laguna Caapechén, Laguna Boca Paila, Laguna Paytoro, Laguna Ocom y Laguna Esmeralda. De manera específica, el proyecto colinda con la micro-cuenca denominada Laguna Caapechén.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

b) Criterios Normativos (Enfoque Administrativo): Considerando que la zona de ubicación de proyecto cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de mayo de 2002, que subdivide el territorio en unidades de gestión ambiental y que de acuerdo con el artículo 3, fracción XXVII del Reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico, la unidad de gestión ambiental es la unidad mínima del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas, por lo cual se delimitó el área de estudio a partir de los límites geográficos de la unidad de gestión ambiental que contiene al predio de interés en dicho Programa de Ordenamiento, que lo ubica en la Unidad de Gestión Ambiental Tu7 , con una política de conservación y usos predominante de turismo de bajo impacto y condicionados los asentamiento humanos, la cual tiene una superficie de 93.948 hectáreas.

c) Criterios Técnicos (Enfoque Geográfico): Los criterios técnicos aplicados para la delimitación del sistema ambiental son los siguientes:

- Se incluye la totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo y la superficie total del predio;
- Se incluye la totalidad del área de influencia directa de los impactos potenciales derivados de la remoción de la vegetación forestal en este predio por la construcción del proyecto Casa habitación unifamiliar Lote 26-2 considerada de bajo impacto;
- Se incluyen las áreas colindantes al sitio del proyecto donde se prevén los impactos ambientales indirectos, así como las áreas que resulten beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente de este proyecto.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

El SA del proyecto "Casa Habitación Unifamiliar Lote 26-2" comprende una superficie total de 93.948 hectáreas alrededor del predio donde se pretende el cambio de uso del suelo de interés del presente documento, y tiene por objeto describir el estado actual de los componentes natural, social y económico del área de estudio.

Se presenta en información medible y en instrumentos cartográficos, habiéndose considerado para su formulación, las siguientes acciones:

- a) La ubicación del predio y su relación con los instrumentos de planeación aplicables,
- b) La naturaleza y magnitud del proyecto,

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

- c) La representación cartográfica de la dispersión de los impactos ambientales previstos, y
- d) La identificación de las condiciones y características de las comunidades vegetales predominantes.

La elaboración de este capítulo contempló la generación de información técnico-científica mediante estudios especializados fundamentados en estudios de campo (recorridos en el sitio de estudio) y gabinete (revisión bibliográfica y documental) del medio biótico y abiótico. Dicha información se convirtió en el insumo fundamental para el planteamiento y diseño del proyecto “Casa Habitación Unifamiliar Lote 26-2” y responde a distintos niveles de extensión geográfica. En la siguiente tabla, se muestra la estructura bajo la cual se presenta la información generada y los distintos niveles de extensión geográfica que comprendieron los estudios ambientales realizados.

Tabla 58. Niveles de extensión geográfica que comprendieron los estudios realizados.

AMBIENTALES	ESTUDIO	EXTENSIÓN GEOGRÁFICA
MEDIO ABIÓTICO		
Clima y fenómenos meteorológicos	Clima y fenómenos meteorológicos	Municipal
Geomorfología	Geología	Sistema Ambiental
Suelo	Edafología	Sistema Ambiental
Agua	Hidrología Superficial y Subterránea	Sistema Ambiental
Aire	Vientos	Sistema Ambiental
MEDIO BIÓTICO		
Vegetación	Caracterización de Flora	Sistema Ambiental y Predio
Fauna	Caracterización de Fauna	Sistema Ambiental y Predio
Composición de poblaciones y comunidades	Caracterización de Flora y Fauna	Sistema Ambiental y Predio
Biodiversidad	Caracterización de Flora y Fauna	Sistema Ambiental y Predio
Ecosistemas	Caracterización de Flora y Fauna	Sistema Ambiental
Ecosistemas ambientales sensibles	Caracterización de Flora y Fauna	Sistema Ambiental
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
Medio Socioeconómico	Estudio Socioeconómico	Municipal

El análisis de los estudios técnicos que se presentan en esta caracterización y análisis del SA, incluyen las descripciones del patrón de ocupación del área natural protegida de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, las condiciones y características predominantes en las comunidades vegetales que integran el SA, así como, los cambios que se han registrado en

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

las últimas décadas como consecuencia del crecimiento poblacional y por el establecimiento de los desarrollos turísticos o casas unifamiliares.

Se identificaron y determinaron las unidades de paisajes presentes en la superficie del SA, entendidas estas como componentes discretos y perceptibles del espacio terrestre que se estructuran en función de su composición característica o fisonomía distintiva que las hace ser claramente diferenciales.

La integración de este capítulo, tiene como objetivo generar la información necesaria que le permita a la autoridad, considerar durante el proceso de evaluación las disposiciones específicas que le establecen los artículos 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 44 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental en el sentido de:

- I. Determinar la calidad ambiental del o de los ecosistemas que vaya (n) a ser afectado (s) por las obras y/o actividades, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen a ser objeto de aprovechamiento o afectación.
- II. Que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de calidad del agua o la disminución de su captación y que la afectación directa o indirecta de los recursos naturales, sobre los cuales vaya a incidir el proyecto no ponga en riesgo la integridad funcional y la capacidad de carga del(os) ecosistema(s) de los que forman parte dichos recursos, por tiempos indefinidos.

Por lo antes citado, en este apartado se hace una caracterización concreta, objetiva y sustentada tanto en el inventario del sistema ambiental levantado en campo, como de la que deriva de la consulta a bibliografía especializada y actualizada.

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

La calidad del SA donde se ubica el proyecto, se describe en función de la evolución del área natural protegida Reserva de la Biósfera Sian Ka'an en las últimas décadas y el impacto ocasionado en su estructura y su funcionamiento, por efecto de los cambios que han experimentado sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de mayor importancia.

Los factores ambientales y antropogénicos que han afectado al área, se analizaron para evaluar el estado actual de la vegetación. Este análisis sirve de base para respaldar las recomendaciones sobre las medidas de mitigación que se proponen en función de las condiciones de la vegetación y de las especies seleccionadas, que se encuentran dentro del área que se propone para el cambio de uso del suelo de este predio.

Entre los factores ambientales que han provocado la degradación de la vegetación en este SA, destacan las tormentas tropicales y los huracanes, fenómenos que son recurrentes en

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

esta zona y que afectan de manera directa la vegetación que actúa como forma de contención de los vientos dando el efecto de barrera. Los ciclones tropicales Gilberto y Wilma, se encuentran entre los más fuertes que han afectado de manera reiterada a los ecosistemas del Área Natural Protegida y en particular a la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an del Estado de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera y la vegetación de manglar.

Entre los daños más evidentes a la vegetación que actúa como barrera rompevientos, por encontrarse en la línea de costa, destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos ejemplares de flora. Por sus efectos naturales de aclareo induce pocos cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación (Sánchez, 2000). Sin embargo, se reconoce que el impacto de los huracanes, se incrementa de manera significativa cuando se presenta asociado a otros factores de disturbio como los incendios forestales y los cambios de uso del suelo provocados por las actividades productivas. Situación que no se ha dado de manera particular en la zona donde se ubica el predio.



Figura 45. Panorámica del camino Tulum- Punta Allen posterior al impacto del Huracán Wilma (Octubre 2005)

La vegetación predominante en el sistema ambiental de este proyecto, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación, serie V del INEGI (escala 1:250,000), corresponde a vegetación de duna costera. Sin embargo, de acuerdo con la verificación de campo y la interpretación de imágenes de satélite, se pudo determinar que en este sistema ambiental se presentan tres tipos de vegetación: (1) vegetación de manglar en zona de humedal costero colindante a la Laguna Caapechén y (2) vegetación de Palmar y vegetación de duna costera sobre sustrato arenoso colindante al mar caribe.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Por su parte, entre los factores antropogénicos que han provocado la degradación de la vegetación, se encuentran los desarrollos de tipo turístico y casas unifamiliares de bajo impacto que se han desarrollado bajo los lineamientos y criterios ecológicos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. Este instrumento de política ambiental tiene el objetivo de alentar un desarrollo turístico e infraestructura de servicios, que permita la permanencia de los recursos naturales sin llegar al conservacionismo extremo.



Figura 46. Desarrollos de bajo impacto presentes en la costa de la Reserva de Sian Ka'an

El crecimiento que ha tenido la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, hace imprescindible un desarrollo con una planeación integral estratégica, que cumpla con los requerimientos de los propietarios y poseionarios de los predios, y se encuentre acorde con los instrumentos de planeación en materia ambiental. El proyecto denominado "Casa Habitación Unifamiliar Lote 26-2", pretende la construcción de una casa unifamiliar de bajo impacto, integrada a un Plan de Desarrollo Turístico Regional, que brinda la oportunidad de convivencia con la naturaleza y el medio ambiente, capitalizando la belleza potencial en la zona y coadyuvando a la protección y conservación de los recursos naturales del área, tomando en cuenta la creación de empleos directos e indirectos y propiciando el desarrollo para la entidad en general.

Un desarrollo sin límites en esta región, podría provocar el deterioro y/o destrucción de una de las regiones del Caribe Mexicano que aún conserva su belleza y valor ecológico. Un desarrollo de este tipo puede ser una causa del deterioro ambiental y en conjunto constituye la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso, si no se ajustan dentro de un marco legal de regulación.

El escenario ambiental que se espera por la construcción y operación de un proyecto de bajo impacto, coincide con el entorno en el cual se encuentra, es decir, que el proyecto formará parte de un ambiente natural. La naturalidad que se observa en el ámbito estudiado se mantiene a largo plazo ya que no afectará la vegetación de manglar que se localiza en el predio.

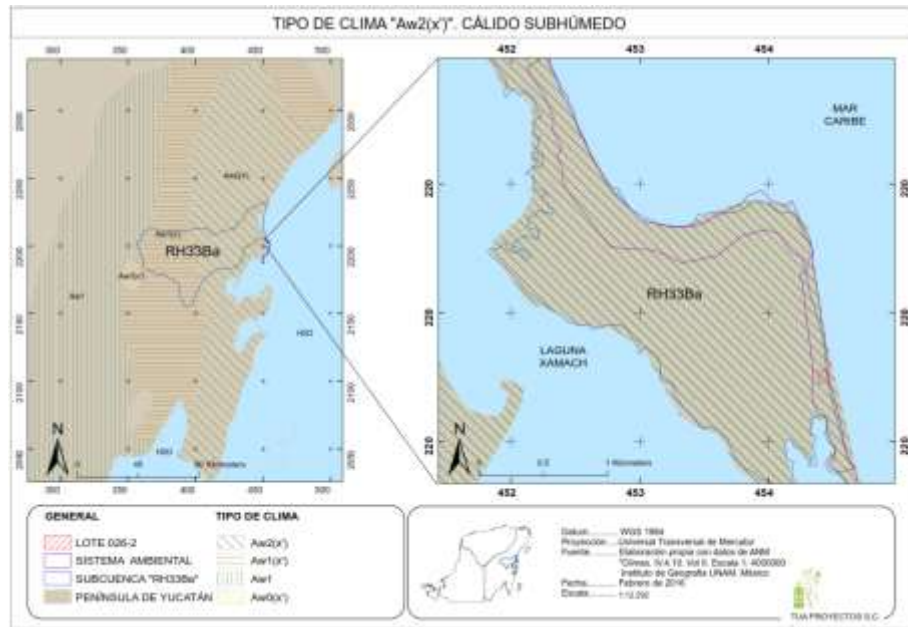
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

IV.2.2.1. Medio abiótico

a) Clima y fenómenos meteorológicos

El régimen climático general para la península de Quintana Roo, de acuerdo con la clasificación climática del INEGI, corresponde con el tipo cálido subhúmedo Aw1 (X'), con cambios locales debido a la cercanía al Mar Caribe y bajas elevaciones del terreno sobre el nivel del mar.

Figura 47. Tipos de clima en el sistema ambiental (anexo mapas).



En la región, la temperatura media anual oscila entre los 24 a 26 °C, mientras que la temperatura media anual en la subregión de Candelaria es de 26.6°C, en la Poniente de 25.7°C y en la Oriente de 25.6°C, de donde los valores más elevados se presentan de mayo a agosto.

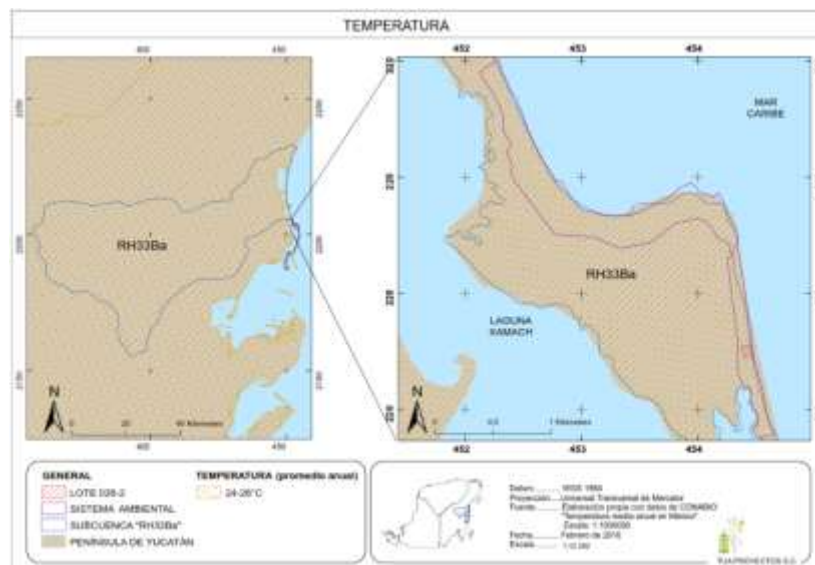


Figura 48. Temperaturas del sistema ambiental (anexo mapas).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

La precipitación media anual de la Región es de 1300 mm, superior a la media nacional (772 mm); en la subregión Candelaria es de 1 290 mm, en la Poniente de 1,180 mm y en la Oriente correspondiente a los estados de Quintana Roo y Yucatán de 1 232 y 1 006 mm, respectivamente.

Se tienen registros de la Península de Yucatán, en la Comisión Nacional del Agua de la región, que la humedad relativa de la Península en general es hasta de 95% en época de lluvias. La humedad relativa que se presenta durante el año, normalmente es baja en los primeros meses o sea de enero a abril, mientras que de junio a diciembre los porcentajes son mayores, este coincidiendo con los meses con presencia de lluvias.

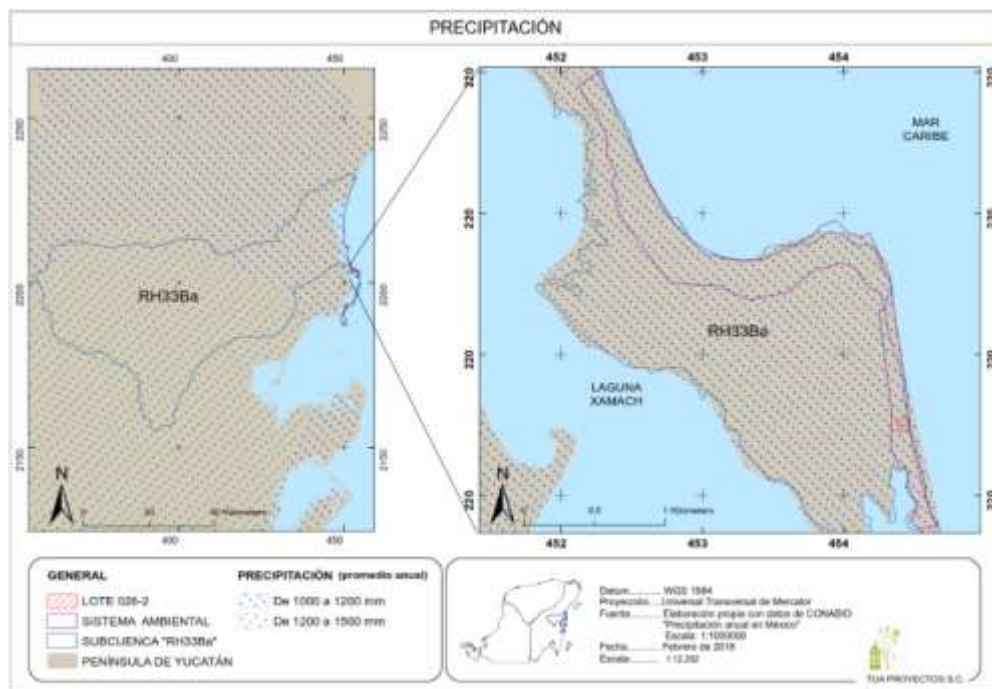


Figura 49. Precipitación dentro del sistema ambiental (anexo mapas).

En relación con los factores de riesgo hidrometeorológico, la zona donde se pretende llevar a cabo la implementación del proyecto se encuentra en la franja de paso de huracanes que se forman en la región del Atlántico. Lo anterior, de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), determina que exista un riesgo mediano a este tipo de fenómenos meteorológico

Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (agosto-octubre e incluso noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros. Los vientos

generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h).

b) Geomorfología

Según la carta geológica INEGI F16-2-5 (escala 1.250,000) en el área de estudio la geología corresponde a un suelo litoral proveniente del Cuaternario. Sobre esto señala que el cuaternario está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolinitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar, suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobrepasen discordantes a las rocas calcáreas expuestas.

En la zona donde se ubica el proyecto el suelo es de tipo litoral, representado por los depósitos de arena fina a gruesa constituida principalmente por espículas de equinodermos, moluscos, ostracodos, briozoarios y esponjas, además de microforaminíferos bentónicos y planctónicos.

Tabla 59. Geología

Periodo	Neógeno (94.28%) y Cuaternario (3.64%)
Roca	Sedimentaria: caliza (94.28%) Suelo: lacustre (1.68%), litoral (1.54%), eólico (0.26%) y palustre (0.16%)

(INEGI, 2009_a)

En algunos sitios se encuentran coquinas mal consolidadas del mismo ambiente. Estos sedimentos están bien clasificados y en algunos lugares además tienen acumulaciones de grava, bloques de corales y restos completos de moluscos. Se encuentran formando una franja angosta y plana, ligeramente inclinada o suavemente ondulada asociada a las dunas. Cubren parcialmente a las calizas del terciario superior o a las eolinitas del pleistoceno.

c) Suelo

El área de estudio de este proyecto, por sus características geológicas, se define como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación.

La visión geotécnica considera el suelo como material sin consolidar que se encuentra sobre el lecho rocoso. Desde el punto de vista agrícola, el suelo es la capa de material fértil que recubre la superficie de la Tierra y que es explotada por las raíces de las plantas y a partir del cual obtienen sostén, nutrimentos y agua. Desde una perspectiva ambiental, este concepto simple ha evolucionado hasta reconocer su papel fundamental en todos los procesos ecosistémicos por las funciones y servicios que realiza en la regulación y la distribución del flujo de agua o como amortiguador de los efectos de diversos contaminantes.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

De acuerdo con la "Carta Edafológica Cozumel F16-11 Escala 1:250,000", el suelo presente en el predio en donde se pretende establecer el proyecto es **Regosol Calcárico** con composición porcentual de 4% de arcillas, 6% de limos y 90% arena, sin estructura y escaso contenido de materia orgánica (menor de 1%) y relativamente alcalinos. De acuerdo con la clasificación maya, corresponde a los tipos conocidos como K'aak'che'il y Kanche'il (monte que está en contacto con el agua de mar).

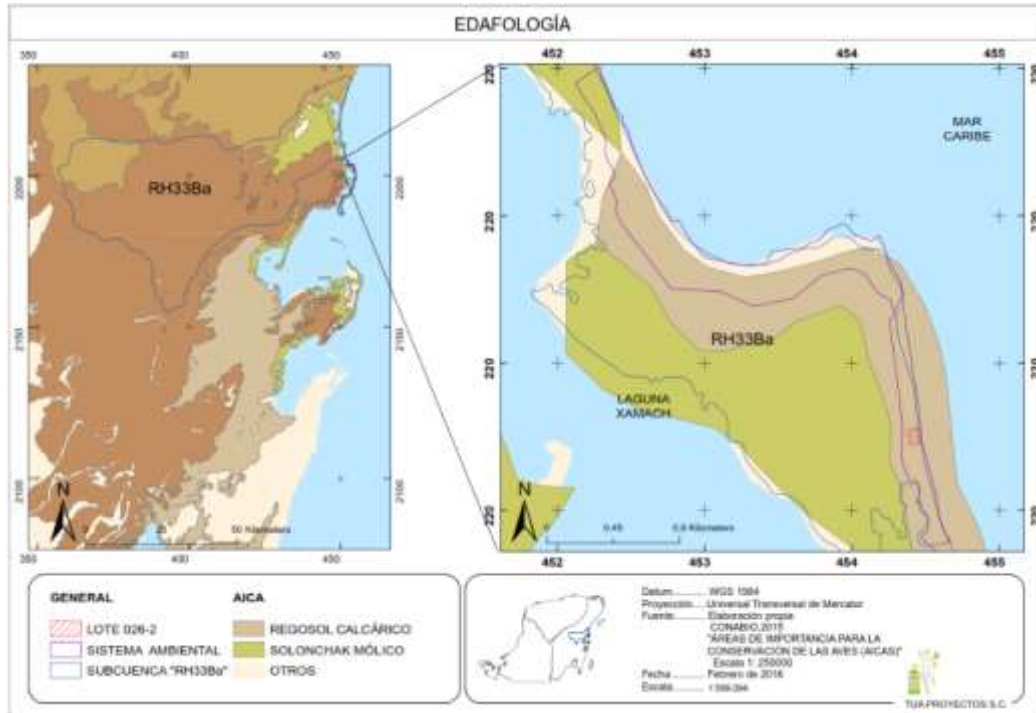


Figura 50. Edafología del sistema ambiental (anexo mapas)

Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen, muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros como el arenosol con pocas partículas de arcilla que retienen la humedad y los nutrientes, escaso nitrógeno por la poca descomposición de materia orgánica. El agua de lluvia se filtra rápidamente, dejando una superficie seca, condiciones poco favorables para la germinación de semillas, salvo para el caso de la halófitas. El manto freático humedece al suelo debido a su escasa profundidad por ser un predio costero.

Son suelos que a pesar de su cercanía al mar se mantienen libres de sales solubles, aunque no así en el caso del sodio que llegan a ocupar poco más de 20% de la capacidad de intercambio catiónico; pues sus valores por lo regular son muy bajos, menores de 3 meq/100g de suelo con una saturación de bases del orden de 100%, destacando el calcio

como elemento más abundante, seguido del magnesio; son poco fértiles y presentan buen drenaje.

d) Agua

Una de las características físicas más importantes que interactúan con el relieve es sin duda el drenaje superficial. En general para los Estados de Yucatán y Quintana Roo, no hay corrientes de agua superficiales relevantes debido al escaso relieve, la alta permeabilidad del sustrato geológico y al poco espesor del suelo.

La excepción de esta particularidad lo constituye el Río Hondo, que sirve de límite natural entre México y Belice. Todas las demás corrientes de la entidad son de régimen transitorio, bajo caudal y muy corto recorrido y desembocan a depresiones topográficas donde forman lagunas, principalmente efímeras, con excepción de las de Bacalar, Chichancanab, Paiyegua y Chunyaxche, que son permanentes debido a que en ellas aflora el nivel freático.

El sitio del proyecto se localiza en la Región Hidrológica Número 33 (Yucatán Este) dentro de la Microcuenca Chumpón.

En la Región Hidrológica Número 33, la circulación de agua subterránea es abundante debido a las elevadas precipitaciones y alta permeabilidad de la superficie cárstica. La recarga de acuíferos ocurre en la región poniente a través de los volúmenes infiltrados y los flujos subterráneos se convierten en descargas hacia el mar. Se considera que el flujo de agua subterráneo está a poca profundidad, ya que aflora ocasionalmente en cenotes y lagunas intermitentes. Las altas temperaturas registradas durante todo el año ocasionan una evapotranspiración muy alta (85%) que se estima en 1,600 mm/año. El sistema fluvial superficial es, en términos generales, poco desarrollado, característico de zonas cársticas. Frecuentemente forma redes dendríticas y subdendríticas, surgencias y pérdidas. El régimen de la mayoría de las corrientes, salvo ciertas excepciones, es intermitente. Muchas de ellas sólo circulan en la superficie en presencia de pendiente en el suelo (mayor a 1.5), por lo que al llegar a la zona de ruptura de pendiente su cauce desaparece en la superficie. Por esta razón, el escurrimiento superficial se interrumpe para continuar a profundidad.

Por su parte, la Microcuenca Chumpón se encuentra ubicada en las coordenadas UTM X= 440,803.314; Y= 2,228,112.036 y forma parte de la Cuenca Hidrológica conocida como "Cuencas Cerradas B" y de la subcuenca hidrológica "Chunyaxche – Santa Amalia. Parte de esta microcuenca se halla en parte del territorio que ocupa la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Presenta cuerpos de agua perene con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%, 10 a 20% y 20 a 30%. Esta microcuenca en particular presenta material consolidado con posibilidades bajas (rocas metamórficas, sedimentarias y extrusivas que por su origen, escaso fracturamiento y baja porosidad limitan en alto grado la circulación del agua), áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables) para convertirse en un acuífero.

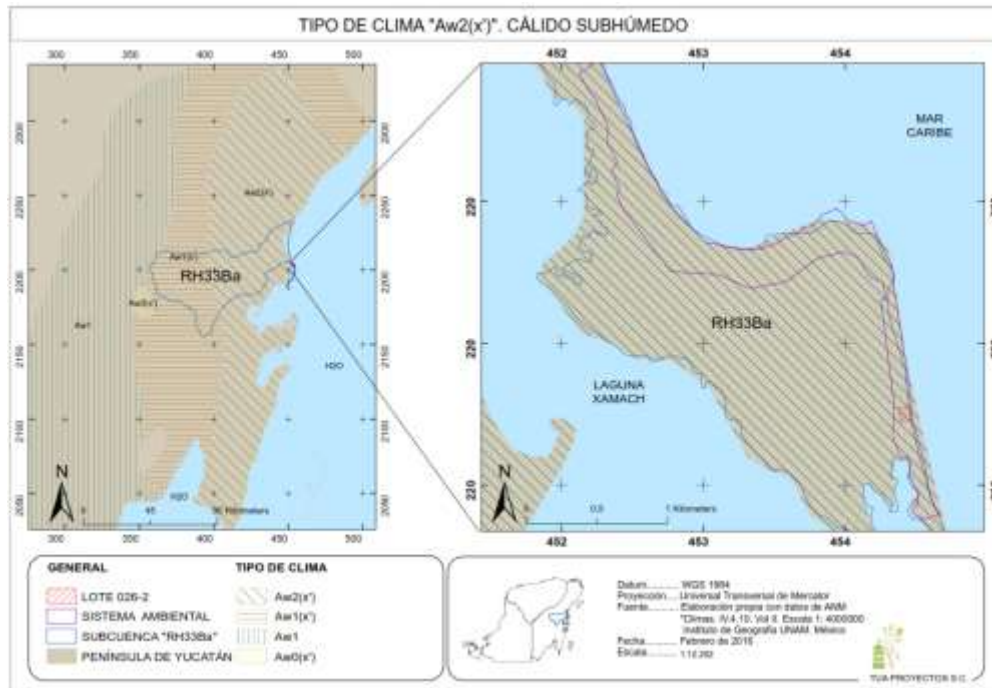


Figura 51. Sistema ambiental con referencia a las Cuencas y Subcuencas (anexo mapas).

Hidrología superficial. La región carece de corrientes de agua superficiales y presenta índices de escurrimiento en la zona costera que van desde 5% hasta 10% o desde 10% hasta 20 % debido a la presencia de arcillas y limo. Los cenotes, lagunas y aguadas son las únicas manifestaciones de agua superficial. Las dos últimas tienen su origen en zonas donde se forman llanuras de inundación, que permanecen temporal o permanentemente inundadas. El coeficiente de escurrimiento donde se ubica el predio es de 0 a 5% (0.10% de acuerdo al estudio hidrológico para el predio, Anexo técnico 7)

Hidrología subterránea. Formado por lo general por calizas de características variadas y depósitos de litoral, el acuífero tiene un espesor máximo del orden de 400 m. La profundidad del nivel estático va desde 20m hasta 50 m hacia su interior y disminuye a menos de un metro en las costas.

La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología; sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas de esqueletos y organismos, mientras que son bajos en los estratos de caliza masiva. La recarga del acuífero tiene lugar en el lapso de mayo a octubre y es originada principalmente por las lluvias de mayor intensidad. En general, la elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorecen la renovación del acuífero. Su descarga ocurre

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

fundamentalmente por flujo subterráneo hacia el mar, por evaporación directa en depresiones topográficas en la que la superficie freática queda expuesta a la radiación solar, por evapotranspiración a través de la cubierta vegetal y por bombeo para satisfacer necesidades de abastecimiento público, urbano, doméstico y abrevadero. La unidad geohidrológica presente en la zona del proyecto corresponde a la denominada material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero.

Aire

Gracias al relieve prácticamente plano de la Península de Yucatán y a la influencia de diferentes masas de aire marítimo tropical que son transportadas por los Vientos Alisios del Caribe y el Atlántico se considera que la calidad de aire en la región es óptima. En el sistema ambiental de este proyecto no existen fuentes fijas de contaminación atmosférica. Asimismo, por las características propias de esta Reserva de la Biosfera, las fuentes móviles que generan contaminación son también limitadas, por lo que no se prevén en el corto y mediano plazo, consecuencias en la salud humana derivadas de la contaminación atmosférica en este sistema ambiental.

IV.2.2.2 Medio biótico

a) Vegetación

De acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie V de INEGI, el tipo de vegetación prevaleciente en el sistema ambiental corresponde a los ecosistema de manglar y vegetación de duna costera, con diferentes estados de desarrollo –vegetación secundaria arbórea, arbustiva y en buen estado de conservación- cuya distribución se extiende más allá de sus límites, incluso más lejos de los límites del Estado de Quintana Roo, como se observa en la siguiente figura.

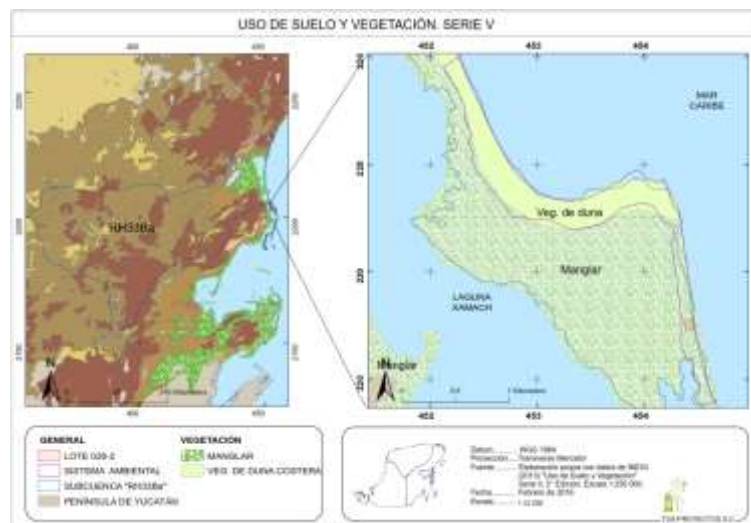


Figura 52. Uso de suelo y vegetación conforme a INEGI serie V (anexo mapas).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

Sin embargo, debido a la escala de trabajo se la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI serie V, no se representan adecuadamente los tipos de cobertura vegetal existentes dentro del sistema ambiental, por lo cual con base en los trabajos de campo realizados en el sistema ambiental y el apoyo de programa de interpretación de información geográfica se delimitaron los tipos de vegetación que realmente se presentan en el sistema ambiental, lo cual son el manglar, el palmar, la vegetación de duna costera y las áreas sin vegetación, como se muestra en la siguiente figura.

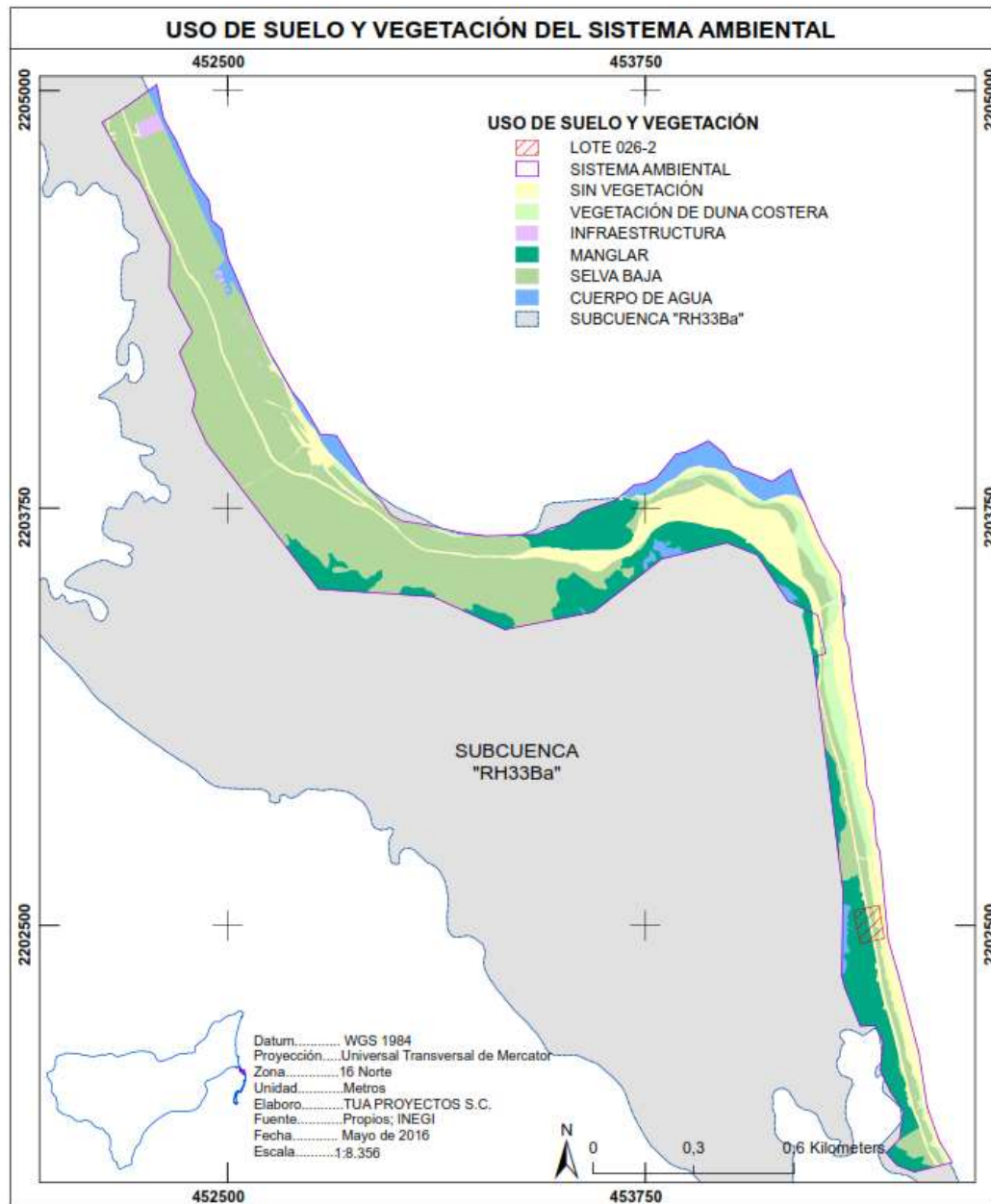


Figura 53. Uso de suelo y vegetación conforme a imagen de satélite (anexo mapas).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

i. Metodología

La colecta de datos para la caracterización de la vegetación del SA y del predio, se realizó en dos etapas. En primera instancia se obtuvieron fotografías de la zona, se realizaron recorridos en brechas y caminos que ya existían en el área para reconocer el tipo y las condiciones de la vegetación presentes a partir de sus diferencias fisonómicas, así como, para identificar evidencias de usos y perturbaciones previas en la vegetación.

La metodología utilizada para la caracterización de la vegetación tanto del sistema ambiental como en el predio corresponde a la descrita en el II.2.7 del presente documento variando únicamente la ubicación y cantidad de sitios levantados entre uno y otro. Para obtener datos cuantitativos sobre la vegetación en el sistema ambiental que permitan comparar los valores y características de la vegetación sujeta a cambio de uso de suelo que se solicita, se optó por caracterizar tres sitios cercanos al predio, ubicados al sur dentro del área de estudio definida dentro de la vegetación de tipo palmar que será la que se afectara por la instalación del proyecto.

Para la caracterización de la vegetación del sistema ambiental se establecieron tres sitios de muestreo, así mismo para el inventario forestal del predio se estableció 1 sitios de muestreo.

Tabla 60. Ubicación de los sitios de muestreo en el sistema ambiental

Tipo de vegetación	No. sitio	Coordenadas UTM Zona 16, Datum WGS-84	
		X	Y
Palmar	1	454448.38	2202453.38
Palmar	2	454462.15	2202353.03
Palmar	3	454482.55	2202256.77
Duna costera	1	454457.00	2202421.00
Duna costera	2	454469.00	2202384.0
Duna costera	3	454483.00	2202319.0
Duna costera	4	454494.00	2202274.00
Duna costera	5	454499.00	2202259.00
Duna costera	6	454532.00	2202134.00

Tabla 61. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio

Tipo de vegetación	No. sitio	Coordenadas UTM Zona 16, Datum WGS-84	
		X	Y
Palmar	1	454422.532	2202553.671
Duna Costera	1	454444.00	2202518.00
Duna Costera	2	454457.00	2202479.00

Por su parte, el trabajo de gabinete consistió en la recopilación de información técnica en fuentes secundarias y la revisión de estudios de vegetación realizados en el área de estudio.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Una vez realizado el levantamiento de datos en campos, para fines prácticos y para facilitar el análisis de la información, la vegetación se categorizó en una estructura vertical de la siguiente manera:

FORMA DE CRECIMIENTO	ALTURAS	DIÁMETROS	TALLO	RAMIFICACIÓN
Arbóreo	Mínimo de 1.30	10 cm de diámetro normal a la altura del pecho	Leñoso	Presente
Arbustivo	Mínimo de 50 cm	Desde 2 cm hasta menores a 10 cm.	Leñoso	Ramificado desde la base del tallo
Herbáceo	Mínimo 10 cm	Desde 1 cm en la base del tallo	Poco resiste o muy flexible	Presente o ausente

Con base en los criterios anteriores las especies presentes en el predio podrían encontrarse en los 3 estratos, y dependiendo de sus características, forma de crecimiento y edades se definió a que estrato pertenecían.

El análisis estructural de los diferentes estratos registrados en los cuadrantes de muestreo, se analizó con base en los valores de Riqueza Específica, Valor de Importancia Relativa y Diversidad, de acuerdo a la siguiente metodología:

- **Riqueza Específica:** La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxas bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio (Moreno, 2001).

El listado de las especies observadas dentro del predio se preparó de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Carnevalli et al., (2010), avalado por CONABIO y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **Valor de Importancia Relativa:** El Índice de Valor de Importancia Relativa es un índice sintético estructural desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calculó de la siguiente manera:

$$\text{VIR} = \text{DR} + \text{FR} + \text{DMR}$$

Donde:

La densidad relativa (DR) = número de individuos de cada especie entre el número total de individuos x 100.

La frecuencia relativa (FR)= frecuencia de cada especie entre la frecuencia total de todas las especies x 100.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

La dominancia relativa (DMR)= dominancia de cada especie entre la dominancia de todas las especies x 100. Para el estrato arbóreo se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria del área basal de cada individuo (diámetro al cuadrado x 3.1416/4). En el caso de los estratos arbustivo y herbáceo se utiliza la sumatoria de los datos de altura total de cada individuo.

- **Diversidad:** En este estudio se analizó la diversidad de especies por estrato para observar la variación de la riqueza y la abundancia de las especies de los estratos registrados en las unidades de muestreo. Para este análisis se utilizó el índice de Shannon Wiener (H'), que refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988; citado por Moreno C., 2002), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

H' = contenido de la información de la muestra.

Pi = proporción de la muestra que pertenecen a la especie i.

- **Equidad:** La equitatividad (E) puede entenderse como que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

Para conocer la distribución de los individuos entre las especies registradas por estrato se calculó el índice de Equidad de Pielou (Moreno, 2001), mediante la siguiente fórmula:

$$E = H / H_{max}$$

Donde:

E = Equidad

H = Diversidad de especies

Hmax = Diversidad de especies máxima = $\log_2 S$

ii. Resultados

DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

De acuerdo con la Carta de Usos de Suelo y Vegetación Serie IV, INEGI (2012) los tipos de vegetación que se reporta para el SA de este proyecto, corresponde a la vegetación de manglar, duna costera y cuerpos de agua (Laguna Xamax y Mar Caribe).

Sin embargo, de acuerdo con la verificación de campo y la interpretación de imágenes de satélite, se pudo determinar que en este sistema ambiental se presentan cuatro tipos de cobertura: (1) vegetación de manglar en zona de humedal costero colindante a la Laguna Caapechén y (2) vegetación de Palmar, (3) vegetación de duna costera sobre sustrato arenoso hacia el Mar Caribe y las zonas sin vegetación.

Entre los elementos de los usos del suelo en este sistema ambiental destaca el camino de terracería que comunica Tulum y Punta Allen, del cual forma parte el Puente de Boca Paila.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

Entre el camino y el mar Caribe se aprecian varias áreas con evidencias de intervención humana que cuentan con caminos de acceso y donde se han establecido desarrollos turísticos y viviendas. Aun cuando en algunos casos estas áreas intervenidas corresponden a sitios que fueron utilizados en el pasado y que actualmente están abandonados. Aunque en menor número también se aprecian algunos accesos hacia la Laguna Laguna Xamax que atraviesan el manglar.

Aunado a lo anterior, entre el Palmar y el Mar Caribe se puede observar una franja continua de arena que se encuentra sin vegetación aparente y que corresponde a la porción terrestre de la playa.

En el sistema ambiental de este proyecto la vegetación de manglar en zona de humedal costero se localiza hacia el Oeste de la propiedad, en el cual se puede apreciar ejemplares de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbustivas y arbóreas cuya altura es desde 3 m hasta 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 7 metros de altura total en algunos sitios. Se desarrolla en suelos inundables en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los canales.

Aun cuando los manglares tienen muchos usos reconocidos, en esta zona no existen aprovechamientos autorizados. Una característica importante que presenta la madera de mangle es la resistencia a la putrefacción. Pero quizá la función más importante que presenta el manglar es el albergue de muchas especies de fauna en particular de invertebrados como los moluscos y crustáceos.

Los tipos de manglares comunes en esta zona son:

- **Manglares de franja:** Pantano presente en los cayos y en los bordes de laguna costera, con comúnmente de 2 a 4 metros de altura. Sus componentes típicos son; el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), en este orden de resistencia a la salinidad del agua.
- **Manglar chaparro:** Esta formación de *Rhizophora mangle*, es junto con el pantano de zacates, la más extensa en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Tiene alrededor de 2 m de altura (porque los nutrientes no pueden ser absorbidos por la abundancia de carbonato de calcio) y cubre grandes extensiones de áreas interiores bajas que en época seca posiblemente concentren sales.

La segunda asociación denominada Palmar presenta dominancia de especies arbustivas y arbóreas, con individuos de 2 a 6 m de altura, con abundancia de *Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Cordia sebestena* (siricote de playa), *Thrinax radiata* (chit), *Cocos nucifera* (coco),

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Metopium brownei (Chechem), Bursera simaruba (Chaca rojo), Sideroxylon americanum (Muyche) entre otras.

La tercera asociación se ha denominado generalmente como duna costera con vegetación halófila costera y entre las especies herbáceas características se puede señalar a: Ambrosia hispida (margarita de mar), Tournefortia gnaphaloides (tabaquillo o sikimay), Sesuvium portulacastrum (verdolaga de playa), Ambrosia hispida (Margarita de mar), Suriana marítima (Romero de playa) y Lantana involucrata (Oregano xiw).

Respecto de la flora marina, en general se encuentra bien representada en la reserva la correspondiente al Caribe mexicano. Los principales hábitats son las franjas rocosas expuestas, las zonas calcáreas con sustrato duro y las praderas de pastos marinos en las márgenes de las bocas de las bahías. Estas comunidades son refugio y alimento para una gran cantidad de animales, principalmente invertebrados y pequeños peces, entre los que se cuentan especies de importancia económica y comercial, como la langosta espinosa Palinurus argus, cuyos juveniles buscan refugio entre las algas frondosas. Se desconocen aún, en su mayor parte, las formas dulceacuícolas de los cuerpos de agua epicontinentales de la reserva.

Vegetación de Palmar:

Diversidad de especies por hectárea por estrato en el SA

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se localizaron 6 especies de 5 familias botánicas. Para el estrato arbóreo se presentan una diversidad de 413.3 ejemplares por hectárea, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Tabla 62. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo Cuenca

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbóreo	Anacardiaceae	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	113.3	27
2	Arbóreo	Palmae	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	180.0	44
3	Arbóreo	Boraginaceae	Ciricote	<i>Cordia sebestena</i>	13.3	3
4	Arbóreo	Palmae	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	6.7	2
5	Arbóreo	Burseraceae	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	6.7	2
6	Arbóreo	Polygonaceae	Uva de mar	<i>Cocolova uvifera</i>	93.3	23
					413.3	100.0

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbóreo se encuentra dominado por una especie que representa el 44 % de la diversidad de especies que es la

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Palma chit (*Thrinax radiata*), mientras que el porcentaje restante se distribuye entre las otras 5 especies presentes.

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se localizaron 4 especies distribuidas en 4 familias botánicas, presentando una diversidad de 746.7 ejemplares por hectárea, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Tabla 63. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Predio

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustivo	Palmae	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	586.7	78.6
2	Arbustivo	Boraginaceae	Jicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	53.3	7.1
3	Arbustivo	Fabaceae	Katsin eek	<i>Pithecellobium keyense</i>	40.0	5.4
4	Arbustivo	Polygonaceae	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	66.7	8.9
					746.7	100.0

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbustivo se encuentra dominado por una especie de alto valor de importancia ambiental, la cual corresponde a la Palma chit (*Thrinax radiata*), con una representatividad del 78.6 %.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se localizaron 4 especies distribuidas en 4 familias con una diversidad de 286.7 ejemplares por hectárea, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Tabla 64. Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Cuenca

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Herbáceo	Palmae	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	40.0	14.0
2	Herbáceo	Polygonaceae	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	46.7	16.3
3	Herbáceo	Boraginaceae	Jicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	66.7	23.3
4	Herbáceo	Fabaceae	Katsin eek	<i>Pithecellobium keyense</i>	133.3	46.5
					286.7	100.00

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato herbáceo se encuentra dominado por la especie de Katsin eek (*Pithecellobium keyense*), con una representatividad del 46.5%.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Índice de diversidad Shannon Wiener en el SA

Complementando la información respecto a la riqueza florística de la cuenca, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener obteniendo los siguientes resultados

Estrato arbóreo

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.297 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.792, lo cual nos da un índice de equidad de 0.724, esto indica que las 6 especies de flora arbórea reportadas, presenta cada una el 72% de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó una especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 la cual es la Palma chit (*Thrinax radiata*).

Tabla 65. Índice de Diversidad Shannon- Wiener, Estrato Arbóreo

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbóreo	Chechem	<i>Metopium brownei</i>		0.274	-1.294	0.355
2	Arbóreo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	A	0.435	-0.831	0.362
3	Arbóreo	Ciricote	<i>Cordia sebestena</i>		0.032	-3.434	0.111
4	Arbóreo	Coco	<i>Cocos nucifera</i>		0.016	-4.127	0.067
5	Arbóreo	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>		0.016	-4.127	0.067
6	Arbóreo	Uva de mar	<i>Cocoloba uvifera</i>		0.226	-1.488	0.336
					1.0000		1.297

Riqueza (S) =	6
H' Calculada =	1.297
H max =	1.792
Equidad (J) =	0.724
H max - H' =	0.495

Estrato arbustivo

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 0.750 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.386, lo cual nos da un índice de equidad de 0.541 esto indica que las 4 especies de flora arbustiva reportadas, presenta cada una el 54% de probabilidad de ser encontradas en el sitio. *Thrinax radiata* es la única especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 66. Índice de Diversidad Shannon- Wiener, Estrato Arbustivo de la cuenca

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	A	0.786	-0.241	0.189
2	Arbustivo	Jicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>		0.071	-2.639	0.189
3	Arbustivo	Katsin eek	<i>Pithecellobium keyense</i>		0.054	-2.927	0.157
4	Arbustivo	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>		0.089	-2.416	0.216
					1.000		0.750

Riqueza (S) =	4
H' Calculada =	0.750
H max =	1.386
Equidad (J) =	0.541
H max - H' =	0.636

Estrato herbáceo

El índice de diversidad para el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.266 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.386, lo cual nos da un índice de equidad de 0.913, esto indica que las 4 especies de flora herbáceas reportadas, presenta cada una el 91 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Tabla 67. Índice de Diversidad Shannon- Wiener, Estrato herbáceo

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Coco	<i>Cocos nucifera</i>		0.140	-1.969	0.275
2	Herbáceo	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>		0.163	-1.815	0.296
3	Herbáceo	Jicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>		0.233	-1.459	0.339
4	Herbáceo	Katsin eek	<i>Pithecellobium keyense</i>		0.465	-0.765	0.356
					1.0000		1.266

Riqueza (S) =	4
H' Calculada =	1.266
H max =	1.386
Equidad (J) =	0.913
H max - H' =	0.121

Índice de Valor de Importancia en el SA

Estrato arbóreo

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

La estructura horizontal del estrato arbóreo del Palmar, está compuesto por 6 especies, mostrando los siguientes Índice de Valor de Importancia:

Tabla 68. IVI del estrato arbóreo de la cuenca

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	27.4194	43.7500	40.8679	112.0372
2	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	43.5484	18.7500	31.3669	93.6653
3	Ciricote	<i>Cordia sebestena</i>	3.2258	6.2500	2.3624	11.8382
4	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	1.6129	6.2500	1.7473	9.6102
5	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	1.6129	6.2500	1.2837	9.1466
6	Uva de mar	<i>Cocoloba uvifera</i>	22.5806	18.7500	22.3718	63.7024
			100.000	100.000	100.000	300.000

La estructura horizontal del estrato arbóreo de la cuenca, está compuesto por 6 especies, dentro las cuales predominan dos especies sobre las demás debido a que son las más abundantes en el terreno, las cuales son el *Metopium brownei* con un IVI de 112.0372 y el *Thrinax radiata* con un IVI de 93.6653, lo cual es lógico ya que la palma chit es la más abundante mientras que el Chechem es la que presenta diámetros más grandes.

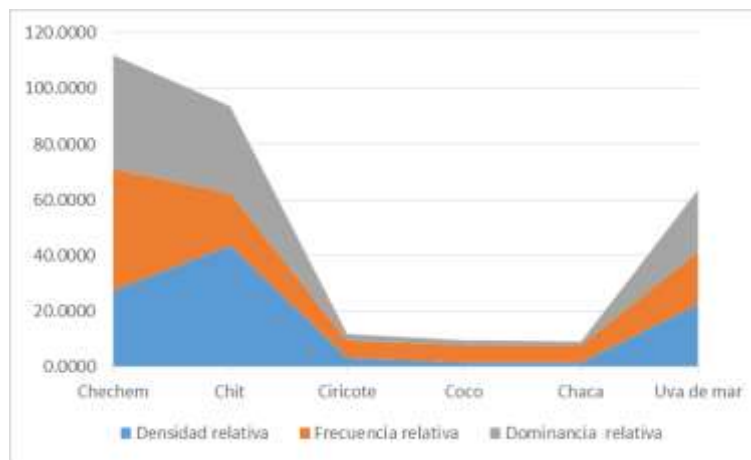


Figura 54. Distribución del Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo

Estrato arbustivo

La estructura horizontal del estrato arbustivo del sistema ambiental, está compuesto por 4 especies, dentro de las cuales predomina *Thrinax radiata* con un IVI de 179.3651, lo cual ratifica que esta especie es la más abundante en la cuenca ya que como se aprecia en el estrato arbóreo fue la segunda con el IVI más alto donde no predominó debido a que sus diámetros no sobrepasan los 10 cm. Las otras 3 especies se distribuyen de manera homogénea en el ecosistema. Los resultados del IVI por cada especie se pueden apreciar en la siguiente tabla:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 69. IVI del estrato arbustivo de la cuenca

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	78.5714	22.2222	78.5714	179.3651
2	Jicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	7.1429	22.2222	7.1429	36.5079
3	Katsin eek	<i>Pithecellobium keyense</i>	5.3571	33.3333	5.3571	44.0476
4	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	8.9286	22.2222	8.9286	40.0794
			100.000	100.000	100.000	300.000

Mientras que para poder comprender la forma en que se distribuyen estas especies en la cuenca y las más importantes se presenta la siguiente gráfica:

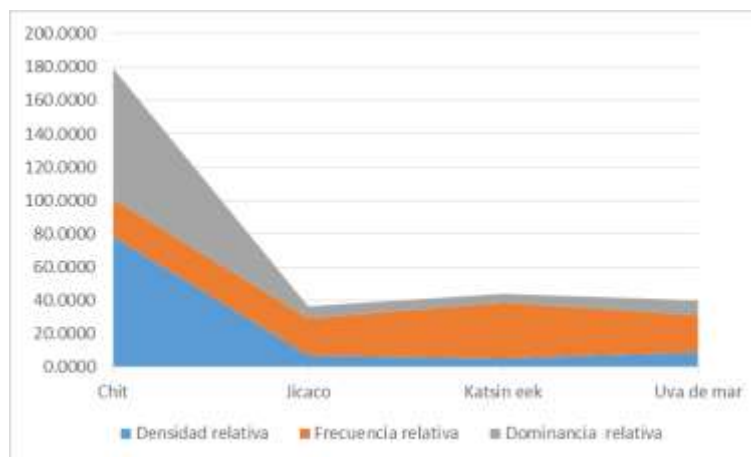


Figura 55. Distribución del Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo

Estrato herbáceo

La estructura horizontal del estrato herbáceo de la cuenca, está compuesto por 4 especies, dentro de las cuales tenemos que nuevamente predomina el Katsin eek (*Pithecellobium keyense*) con un IVI de 130.5233, lo cual indica que esta especie es la de mayor importancia en el ecosistema. Los resultados del IVI por cada especie se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 70. IVI del estrato herbáceo de la cuenca

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	13.9535	25.0000	13.9535	52.9070
2	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	16.2791	25.0000	16.2791	57.5581
3	Jicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	23.2558	12.5000	23.2558	59.0116
4	Katsin eek	<i>Pithecellobium keyense</i>	46.5116	37.5000	46.5116	130.5233
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Mientras que para poder comprender la forma en que se distribuyen estas especies en la cuenca y las más importantes se presenta la siguiente gráfica:

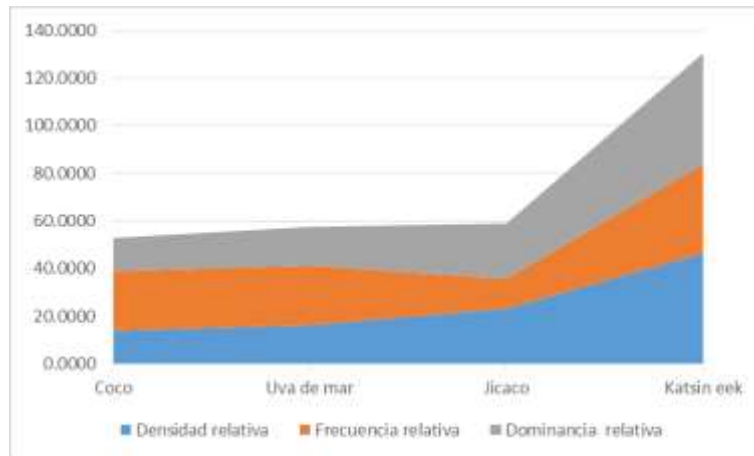


Figura 56. Distribución del Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo.

Vegetación de Duna Costera

Diversidad de especies por hectárea por estrato de la Duna Costera

Estrato arbóreo de la Duna Costera

Debido a las características de la vegetación de Duna Costera, no se presentan ejemplares en este estrato ya que no hay presencia de árboles ni de ejemplares que puedan ser considerados dentro de este estrato.

Estrato arbustivo de la Duna Costera

En el estrato arbustivo se identificaron 6 especies distribuidas en 6 familias botánicas, presentando una diversidad de 3833 ejemplares por hectárea, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Predio						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustivo	Anacardiaceae	Box chechem	<i>Metopium brownei</i>	167	4.3
2	Arbustivo	Asteraceae	Margarita de mar	<i>Ambrosia hispida</i>	1000	26.1
3	Arbustivo	Simaroubaceae	Pantsil	<i>Suriana maritima</i>	133	3.5
4	Arbustivo	Rubiaceae	Saladillo	<i>Ernodea littoralis</i>	1167	30.4
5	Arbustivo	Polygonaceae	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	1333	34.8
6	Arbustivo	Portulacaceae	Xana mucuy	<i>Portulaca oleracea</i>	33	0.9
					3833	100.0

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbustivo se encuentra dominado por tres especies de alto valor de importancia ambiental, las cuales son la *Coccoloba uvifera* con una representatividad de 34.8 % de la diversidad, seguida de la *Ernodea littoralis* con una representatividad del 30.4 % y finalmente la *Ambrosia hispida* con una representatividad del 26.1 %, por lo cual entre las tres especies acumulan el 91.3 % de la diversidad del estrato.

Estrato herbáceo de la Duna Costera

En el estrato herbáceo se localizaron 5 especies distribuidas en 5 familias con una diversidad de 6983 ejemplares por hectárea, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Cuenca						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Herbáceo	Asteraceae	Arnica de mar	<i>Borrichia arborescens</i>	1983	28.4
2	Herbáceo	Cruciferae	Calike	<i>Cakile edentula</i>	17	0.2
3	Herbáceo	Rubiaceae	Eleocharis	<i>Eleocharis sp.</i>	1067	15.3
4	Herbáceo	Arecaceae	Palma chi'it	<i>Thrinax radiata</i>	933	13.4
5	Herbáceo	Cyperaceae	Pasto Grande	<i>Cyperus sp.</i>	2983	42.7
					6983	100.0

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato herbáceo predomina la especie *Cyperus sp.* debido a su forma de vida y a que se propaga muy rápido.

Índice de diversidad Shannon Wiener de la Duna Costera

Complementando la información respecto a la riqueza florística de la cuenca, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener obteniendo los siguientes resultados

Estrato arbóreo de la Duna Costera

Debido a las características de la vegetación de Duna Costera, no se presentan ejemplares en este estrato ya que no hay presencia de árboles ni de ejemplares que puedan ser considerados dentro de este estrato.

Estrato arbustivo de la Duna Costera

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.3743 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.792, lo cual nos da un índice de equidad de 0.767 esto indica que las 6 especies de flora

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

arbustiva reportadas, presenta cada una el 76% de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato no se identificó especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo de la cuenca							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	Box chechem	<i>Metopium brownei</i>		0.0435	-3.1355	0.1363
2	Arbustivo	Margarita de mar	<i>Ambrosia hispida</i>		0.2609	-1.3437	0.3505
3	Arbustivo	Pantsil	<i>Suriana maritima</i>		0.0348	-3.3586	0.1168
4	Arbustivo	Saladillo	<i>Ernodea littoralis</i>		0.3043	-1.1896	0.3620
5	Arbustivo	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>		0.3478	-1.0561	0.3673
6	Arbustivo	Xana mucuy	<i>Portulaca oleracea</i>		0.0087	-4.7449	0.0413
					1.0000		1.3743

Riqueza (S) =	6
H' Calculada =	1.374
H max =	1.792
Equidad (J) =	0.767
H max - H' =	0.417

Estrato herbáceo de la Duna Costera

El índice de diversidad para el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.2912 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.609, lo cual nos da un índice de equidad de 0.802, esto indica que las 5 especies de flora herbáceas reportadas, presenta cada una el 80 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato herbáceo Cuenca							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Arnica de mar	<i>Borrichia arborescens</i>		0.2840	-1.2587	0.3575
2	Herbáceo	Calike	<i>Cakile edentula</i>		0.0024	-6.0379	0.0144
3	Herbáceo	Eleocharis	<i>Eleocharis sp.</i>		0.1527	-1.8790	0.2870
4	Herbáceo	Palma chi'it	<i>Thrinax radiata</i>		0.1337	-2.0125	0.2690
5	Herbáceo	Pasto Grande	<i>Cyperus sp.</i>		0.4272	-0.8505	0.3633
					1.0000		1.2912

Riqueza (S) =	5
H' Calculada =	1.291
H max =	1.609
Equidad (J) =	0.802
H max - H' =	0.318

Índice de Valor de Importancia de la Duna Costera

Estrato arbóreo de la Duna Costera

Debido a las características de la vegetación de Duna Costera, no se presentan ejemplares en este estrato ya que no hay presencia de árboles ni de ejemplares que puedan ser considerados dentro de este estrato.

Estrato arbustivo de la Duna Costera

La estructura horizontal del estrato arbustivo del sistema ambiental, está compuesto por 6 especies, dentro de la cuales tenemos que predominan tres especies, la *Coccoloba uvifera* con un IVI de 98.9770, la *Ernodea littoralis* con un IVI de 96.1637 y la *Ambrosia hispida* con un IVI de 69.8210. Los resultados del IVI por cada especie se pueden apreciar en la siguiente tabla:

IVI del estrato arbustivo de la cuenca						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Box chechem	<i>Metopium brownei</i>	4.348	5.882	4.3478	14.5780
2	Margarita de mar	<i>Ambrosia hispida</i>	26.087	17.647	26.0870	69.8210
3	Pantsil	<i>Suriana maritima</i>	3.478	5.882	3.4783	12.8389
4	Saladillo	<i>Ernodea littoralis</i>	30.435	35.294	30.4348	96.1637
5	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	34.783	29.412	34.7826	98.9770
6	Xana mucuy	<i>Portulaca oleracea</i>	0.870	5.882	0.8696	7.6215
			100.000	100.000	100.000	300.000

Mientras que para poder comprender la forma en que se distribuyen estas especies en la cuenca y las más importantes se presenta la siguiente gráfica:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

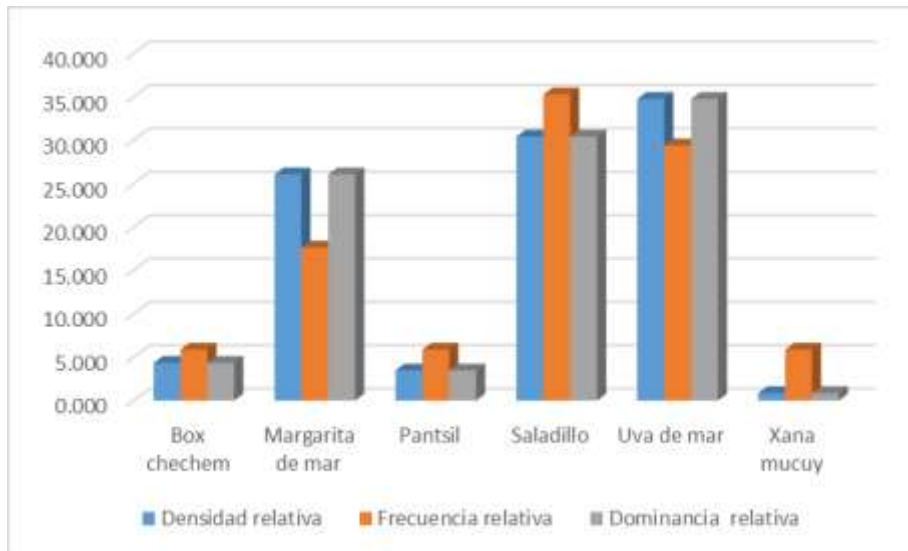


Figura 57. Distribución del Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo

Estrato herbáceo de la Duna Costera

La estructura horizontal del estrato herbáceo de la cuenca, está compuesto por 5 especies, dentro de las cuales tenemos que su tipo de desarrollo y abundancia en el estrato predomina la especie de *Cyperus sp.* Con un IVI de 103.6333, ya que al ser una especie de pasto su abundancia o número de ejemplos con metro cuadrado es alta si se compara con las otras especies. Los resultados del IVI por cada especie se pueden apreciar en la siguiente tabla:

IVI del estrato herbáceo de la cuenca						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arnica de mar	<i>Borrichia arborescens</i>	28.401	9.091	28.4010	65.8928
2	Calike	<i>Cakile edentula</i>	0.239	9.091	0.2387	9.5682
3	Eleocharis	<i>Eleocharis sp.</i>	15.274	9.091	15.2745	39.6398
4	Palma chi'it	<i>Thrinax radiata</i>	13.365	54.545	13.3652	81.2758
5	Pasto Grande	<i>Cyperus sp.</i>	42.721	18.182	42.7208	103.6233
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

Mientras que para poder comprender la forma en que se distribuyen estas especies en la cuenca y las más importantes se presenta la siguiente gráfica:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

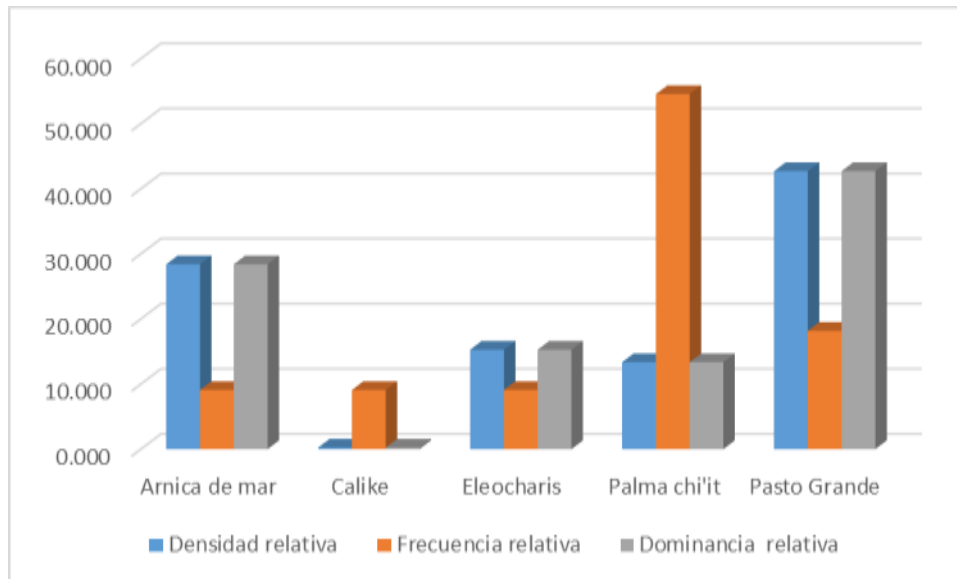


Figura 58. Distribución del Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo

DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL PREDIO.

La distribución de los tipos de vegetación presentes en el predio se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 71. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE EN EL PREDIO EN M ²	PORCENTAJE
PALMAR	1,654.81	21.83
VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA	760.01	10.03
MANGLAR	3,754.98	49.55
CAMINO TULUM-PUNTA ALLEN	622.31	8.21
ARENAL NATURAL	786.81	10.38
TOTAL	7,578.92	100.00

Como se indicó anteriormente en este predio existen evidencias de alteraciones en la vegetación derivadas de usos previos. En el interior de este predio se registraron brechas topográficas y algunos senderos de acceso a la playa sin vegetación.

Por lo antes citado, el proyecto se pretende edificar en una zona de Palmar con afectaciones previas, que se encuentra sobre un sustrato arenoso y que carece de flujos hidrológicos superficiales, por lo tanto, con la ejecución del proyecto "Casa Habitación Unifamiliar Lote 26-2" no se tendrá influencia directa con el ecosistema de manglar, ni se afectará a individuos de las especies protegidas de mangle.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

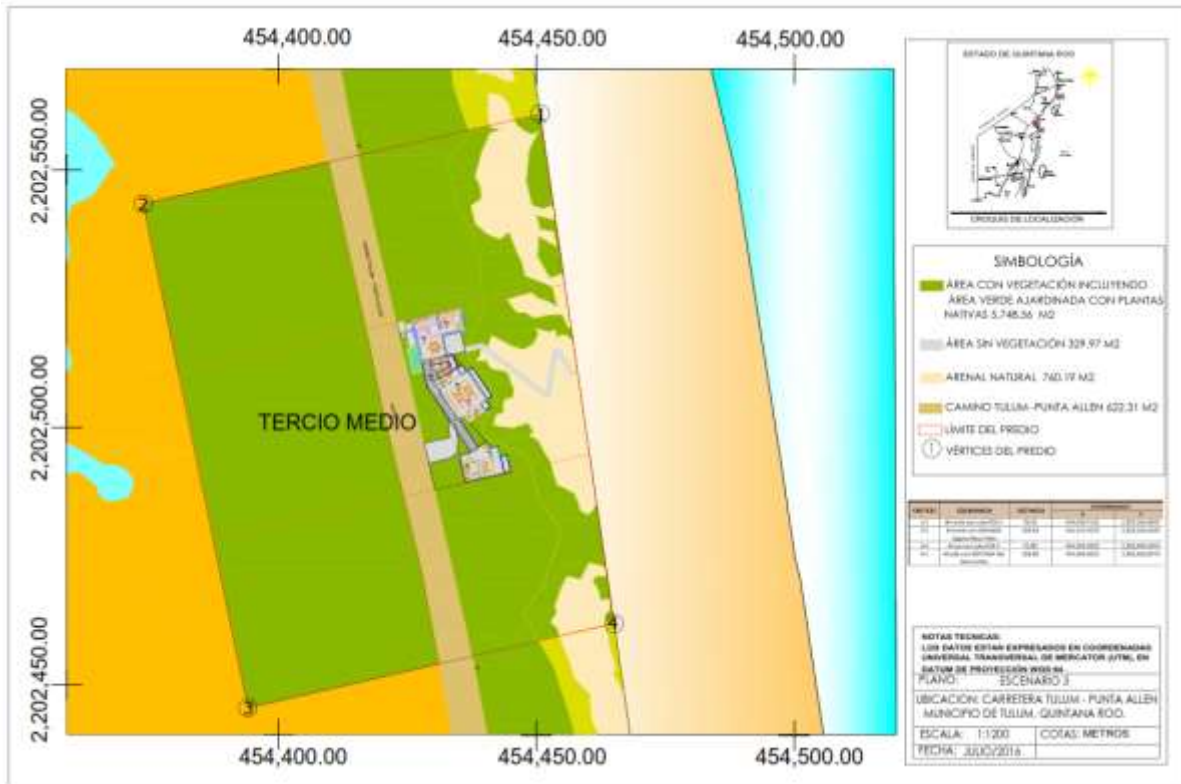


Figura 59. Plano de vegetación del predio del proyecto (plano 17 de anexo planos).

Vegetación de Palmar:

Densidad de especies por hectárea por estrato en el predio.

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se localizaron 3 especies de 2 familias botánicas.

Para el estrato arbóreo se presentan una densidad de 600 ejemplares por hectárea, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Tabla 72. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo Cuenca

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbóreo	Palmae	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	520.0	86.7
2	Arbóreo	Palmae	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	40.0	6.7
3	Arbóreo	Polygonaceae	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	40.0	6.7
					600.0	100.0

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbóreo se encuentra dominado por la Palma chit (*Thrinax radiata*) que representa el 86.7 % de la diversidad de

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

especies, mientras que el porcentaje restante se distribuye entre las otras 2 especies presentes.

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se localizaron 3 especies distribuidas en 2 familias botánicas, presentando una diversidad de 440 ejemplares por hectárea, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Tabla 73. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo del predio

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustivo	Palmae	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	300.0	68.2
2	Arbustivo	Palmae	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	60.0	13.6
3	Arbustivo	Polygonaceae	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	80.0	18.2
					440.0	100.0

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbustivo se encuentra dominado por una especie de alto valor de importancia ambiental, la cual corresponde a la Palma chit (*Thrinax radiata*), con una representatividad del 68.2 %.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se localizaron 3 especies distribuidas en 3 familias con una diversidad de 640 ejemplares por hectárea, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Tabla 74. Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Predio

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Herbáceo	Palmae	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	500.0	78.1
2	Herbáceo	Sapotaceae	Kaniste	<i>Pouteria campechana</i>	40.0	6.3
3	Herbáceo	<i>Boraginaceae</i>	Ciricote de playa	<i>Cordia dodecandra</i>	100.0	15.6
					640.0	100.0

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato herbáceo se encuentra dominado nuevamente por la especie de Palma chit (*Thrinax radiata*), con una representatividad del 78.1%.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Índice de diversidad Shannon Wiener

Complementando la información respecto a la riqueza florística del predio, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener obteniendo los siguientes resultados.

Estrato arbóreo

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 0.485 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.099, lo cual nos da un índice de equidad de 0.442, esto indica que las 3 especies de flora arbórea reportadas, presenta cada una el 44% de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó una especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 la cual es la Palma chit (*Thrinax radiata*).

Tabla 75. Índice de Diversidad Shannon- Wiener, Estrato Arbóreo del Predio

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbóreo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	A	0.867	-0.143	0.124
2	Arbóreo	Coco	<i>Cocos nucifera</i>		0.067	-2.708	0.181
3	Arbóreo	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>		0.067	-2.708	0.181
					1.000		0.485

Riqueza (S) =	3
H' Calculada =	0.485
H max =	1.099
Equidad (J) =	0.442
H max - H' =	0.614

Estrato arbustivo

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 0.485 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.099, lo cual nos da un índice de equidad de 0.442 esto indica que las 3 especies de flora arbustivas reportadas, presenta cada una el 44% de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó una especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 la cual es la Palma chit (*Thrinax radiata*).

Tabla 76. Índice de Diversidad Shannon- Wiener, Estrato Arbustivo del Predio

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	A	0.867	-0.143	0.124

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
2	Arbustivo	Coco	Cocos nucifera		0.067	-2.708	0.181
3	Arbustivo	Uva de mar	Coccoloba uvifera		0.067	-2.708	0.181
					1.000		0.485

Riqueza (S) =	3
H' Calculada =	0.485
H max =	1.099
Equidad (J) =	0.442
H max - H' =	0.614

Estrato herbáceo

El índice de diversidad para el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 0.656 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 0.693, lo cual nos da un índice de equidad de 0.947, esto indica que las 3 especies de flora herbáceas reportadas, presenta cada una el 94 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Tabla 77. Índice de Diversidad Shannon- Wiener, Estrato herbáceo del Predio

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>		0.781	-0.247	0.193
2	Herbáceo	Kaniste	<i>Pouteria campechana</i>		0.063	-2.773	0.173
3	Herbáceo	Ciricote de playa	<i>Cordia dodecandra</i>		0.156	-1.856	0.290
					1.000		0.656

Riqueza (S) =	3
H' Calculada =	0.656
H max =	0.693
Equidad (J) =	0.947
H max - H' =	0.037

Índice de Valor de Importancia en el predio

Estrato arbóreo

La estructura horizontal del estrato arbóreo del Palmar, está compuesto por 3 especies, mostrando los siguientes Índice de Valor de Importancia:

Tabla 78. IVI del estrato arbóreo del predio

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	92.857	50.000	78.1886	221.0457
2	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	7.143	50.000	21.8114	78.9543
3	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	7.143	50.000	31.7570	88.8998
			100.000	100.000	100.000	300.000

La estructura horizontal del estrato arbóreo del predio, está compuesto por 3 especies, dentro las cuales predomina la palma chit (*Thrinax radiata*) con un IVI de 221.0457, lo cual se debe a que es la especie más abundante en el predio.

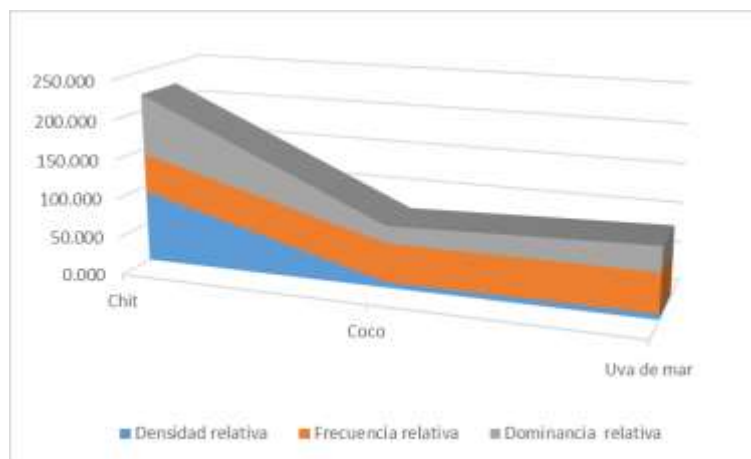


Figura 60. Distribución del Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo

Estrato arbustivo

La estructura horizontal del estrato arbustivo del sistema ambiental, está compuesto por 3 especies, dentro de las cuales tenemos que predomina la *Thrinax radiata* con un IVI de 169.6970, lo cual se debe a que es muy abundante en el predio. Las otras 2 especies se distribuyen de manera homogénea en el ecosistema. Los resultados del IVI por cada especie se pueden apreciar en la siguiente tabla:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 79. IVI del estrato arbustivo del predio

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	68.1818	33.3333	68.1818	169.6970
2	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	13.6364	33.3333	13.6364	60.6061
3	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	18.1818	33.3333	18.1818	69.6970
			100.000	100.000	100.000	300.000

Mientras que para poder comprender la forma en que se distribuyen estas especies en la cuenca y las más importantes se presenta la siguiente gráfica:

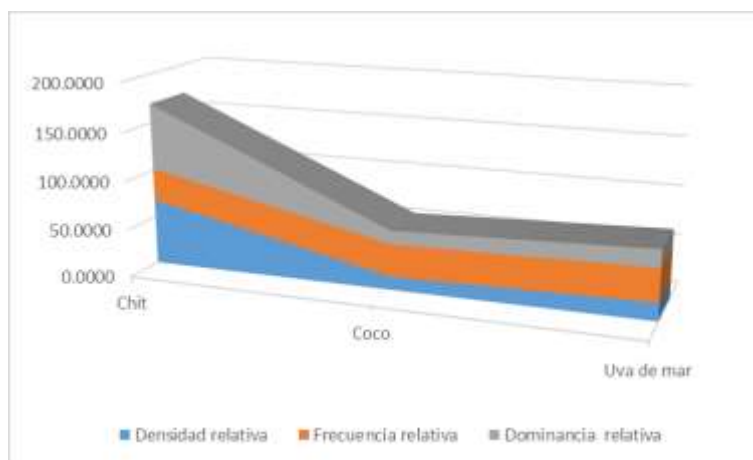


Figura 61. Distribución del Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo

Estrato herbáceo

La estructura horizontal del estrato herbáceo de la cuenca, está compuesto por 3 especies, dentro de la cuales tenemos que nuevamente predomina la palma chit (*Thrinax radiata*) con un IVI de 189.5833, lo cual indica que esta especie es la de mayor importancia en el ecosistema. Los resultados del IVI por cada especie se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 80. IVI del estrato herbáceo del predio

No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	78.1250	33.3333	78.1250	189.5833
2	Kaniste	<i>Pouteria campechana</i>	6.2500	33.3333	6.2500	45.8333
3	Ciricote de playa	<i>Cordia dodecandra</i>	15.6250	33.3333	15.6250	64.5833
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Mientras que para poder comprender la forma en que se distribuyen estas especies en la cuenca y las más importantes se presenta la siguiente gráfica:

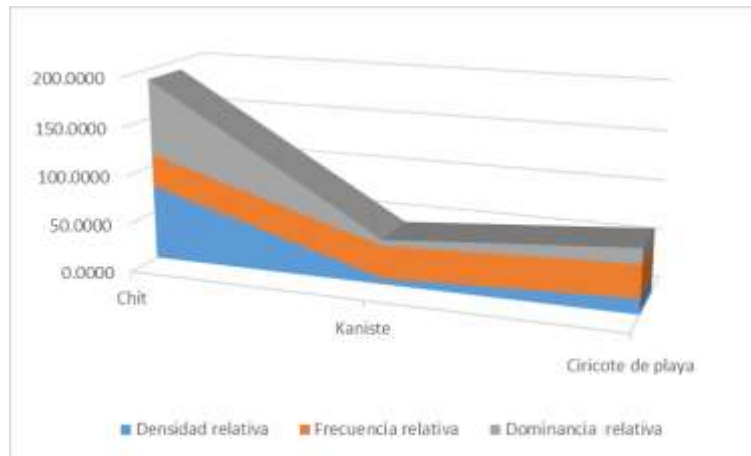


Figura 62. Distribución del Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo

Especies protegidas

De acuerdo con la información recopilada en este predio, solo se registra una especie que se reporta como Amenazada por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 "Protección Ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio de lista de especies en riesgo" (Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010).

Por lo tanto, es importante señalar que la única especie vegetal protegida que se encuentra en la superficie que se pretende desmontar es la Palma Chit (*Thrinax radiata*) que se localiza dentro de la vegetación de matorral costero donde se ha propuesto el CUSF para el proyecto. La vegetación de manglar que se encuentra en las colindancias de este predio en ningún momento será afectada.

Vegetación de Duna Costera

Diversidad de especies por hectárea por estrato de la Duna Costera

Estrato arbóreo de la Duna Costera

Debido a las características de la vegetación de Duna Costera, no se presentan ejemplares en este estrato ya que no hay presencia de árboles ni de ejemplares que puedan ser considerados dentro de este estrato.

Estrato arbustivo de la Duna Costera

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

En el estrato arbustivo se localizaron 6 especies distribuidas en 6 familias botánicas, presentando una diversidad de 3500 ejemplares por hectárea, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Predio						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustiva	Asteraceae	Margarita de mar	<i>Ambrosia hispida</i>	50	1.4
2	Arbustiva	Simaroubaceae	Pantsil	<i>Suriana maritima</i>	300	8.6
3	Arbustiva	Anacardiaceae	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	150	4.3
4	Arbustiva	Rubiaceae	Saladillo	<i>Ernodea littoralis</i>	1250	35.7
5	Arbustiva	Polygonaceae	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	1700	48.6
6	Arbustiva	Portulacaceae	Xana mucuy	<i>Chamaesyce mesembrianthemifolia</i>	50	1.4
					3500	100.0

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbustivo se encuentra dominado por la especie *Coccoloba uvifera* que representa el 48.6 % de la diversidad de especies de este tipo de vegetación.

Estrato herbáceo de la Duna Costera

En el estrato herbáceo se localizaron 5 especies distribuidas en 5 familias con una diversidad de 9650 ejemplares por hectárea, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Predio						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Herbáceo	Poaceae	Ch'ibil'suk	<i>Sporobolus virginicus</i>	1550	15.0
2	Herbáceo	Fabaceae	Haba de playa	<i>Canavalia rosea</i>	600	5.8
3	Herbáceo	Asteraceae	Arnica de mar	<i>Borrichia arborescens</i>	250	2.4
4	Herbacea	Cruciferae	Calike	<i>Cakile edentula</i>	400	3.9
		Amaryllidaceae	Lirio de playa	<i>Hymenocallis americana</i>	3800	36.9
		Arecaceae	Palma chi'it	<i>Thrinax radiata</i>	350	3.4
5	Herbáceo	Cyperaceae	Pasto Grande	<i>Cyperus sp.</i>	3350	32.5
					10300	100.0

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato herbáceo se encuentra dominado por dos especies que corresponde al *Hymenocallis americana* y *Cyperus sp.*, donde ambas representan el 69.4 % de la diversidad de especies de este estrato.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Índice de diversidad Shannon Wiener de la Duna Costera

Complementando la información respecto a la riqueza florística del predio, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener obteniendo los siguientes resultados

Estrato arbóreo de la Duna Costera

Debido a las características de la vegetación de Duna Costera, no se presentan ejemplares en este estrato ya que no hay presencia de árboles ni de ejemplares que puedan ser considerados dentro de este estrato.

Estrato arbustivo de la Duna Costera

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.1854 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.792, lo cual nos da un índice de equidad de 0.662 esto indica que las 6 especies de flora arbustiva reportadas, presenta cada una el 66% de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato no se identificó especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo del Predio							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustiva	Margarita de mar	Ambrosia hispida		0.0143	-4.2485	0.0607
2	Arbustiva	Pantsil	Suriana maritima		0.0857	-2.4567	0.2106
3	Arbustiva	Chechem	Metopium brownei		0.0429	-3.1499	0.1350
4	Arbustiva	Saladillo	Ernodea littoralis		0.3571	-1.0296	0.3677
5	Arbustiva	Uva de mar	Coccoloba uvifera		0.4857	-0.7221	0.3508
6	Arbustiva	Xana mucuy	Chamaesyce mesembrianthemifolia		0.0143	-4.2485	0.0607
					1.0000		1.1854

Riqueza (S) =	6
H' Calculada =	1.185
H max =	1.792
Equidad (J) =	0.662
H max - H' =	0.606

Estrato herbáceo de la Duna Costera

El índice de diversidad para el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.5151 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.946, lo cual nos da un índice de equidad de 0.779, esto indica que las 7 especies de flora herbáceas reportadas, presenta cada una el 77 % de probabilidad de ser encontradas en el

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

sitio. En este estrato se identificó a la Palma chit (*Thrinax radiata*) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato herbáceo del Predio							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Ch'ibil'suk	<i>Sporobolus virginicus</i>		0.1505	-1.8939	0.2850
2	Herbáceo	Haba de playa	<i>Canavalia rosea</i>		0.0583	-2.8430	0.1656
3	Herbáceo	Arnica de mar	<i>Borrichia arborescens</i>		0.0243	-3.7184	0.0903
4	Herbáceo	Calike	<i>Cakile edentula</i>		0.0388	-3.2484	0.1262
5	Herbáceo	Lirio de playa	<i>Hymenocallis americana</i>		0.3689	-0.9971	0.3679
6	Herbacea	Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>		0.0340	-3.3820	0.1149
7	Herbáceo	Pasto Grande	<i>Cyperus sp.</i>		0.3252	-1.1232	0.3653
					1.0000		1.5151

Riqueza (S) =	7
H' Calculada =	1.515
H max =	1.946
Equidad (J) =	0.779
H max - H' =	0.431

Índice de Valor de Importancia de la Duna Costera

Estrato arbóreo de la Duna Costera

Debido a las características de la vegetación de Duna Costera, no se presentan ejemplares en este estrato ya que no hay presencia de árboles ni de ejemplares que puedan ser considerados dentro de este estrato.

Estrato arbustivo de la Duna Costera

La estructura horizontal del estrato arbustivo, está compuesto por 6 especies, dentro de la cuales tenemos que predominan la *Coccoloba uvifera* con un IVI de 122.1429, lo cual se debe a es de las especies más abundantes. Las otras 5 especies se distribuyen de manera homogénea en el ecosistema. Los resultados del IVI por cada especie se pueden apreciar en la siguiente tabla:

IVI del estrato arbustivo del predio						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Margarita de mar	<i>Ambrosia hispida</i>	1.429	12.500	1.4286	15.3571
2	Pantsil	<i>Suriana maritima</i>	8.571	12.500	8.5714	29.6429
3	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	4.286	12.500	4.2857	21.0714
4	Saladillo	<i>Ernodea littoralis</i>	35.714	25.000	35.7143	96.4286
5	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	48.571	25.000	48.5714	122.1429
6	Xana mucuy	<i>Chamaesyce mesembrianthemifolia</i>	1.429	12.500	1.4286	15.3571

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

IVI del estrato arbustivo del predio						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
			100.000	100.000	100.000	300.000

Mientras que para poder comprender la forma en que se distribuyen estas especies en la cuenca y las más importantes se presenta la siguiente gráfica:

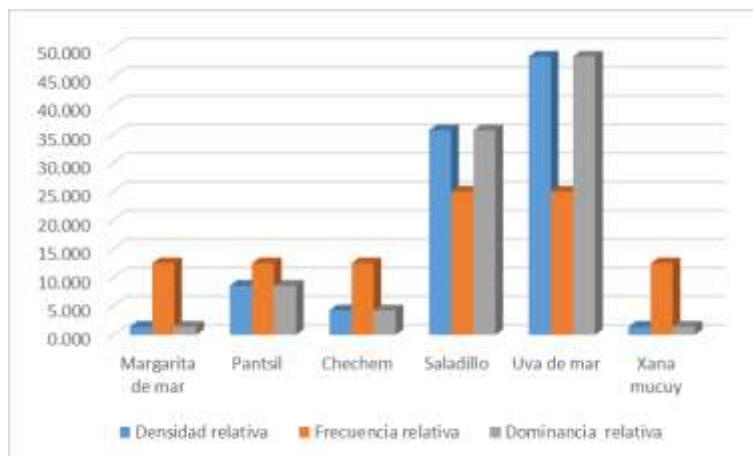


Figura. Distribución del Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo

Estrato herbáceo de la Duna Costera

La estructura horizontal del estrato herbáceo, está compuesto por 7 especies, dentro de la cuales tenemos que predominan dos especies la *Cyperus sp.* Con un IVI de 83.2304 y la *Hymenocallis americana* con un IVI de 82.8773, lo cual es resultado de su mayor abundancia de especies en este estrato. Los resultados del IVI por cada especie se pueden apreciar en la siguiente tabla:

IVI del estrato herbáceo del predio						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Ch'ibil'suk	<i>Sporobolus virginicus</i>	15.049	9.091	15.0485	39.1880
2	Haba de playa	<i>Canavalia rosea</i>	5.825	18.182	5.8252	29.8323
3	Arnica de mar	<i>Borrichia arborescens</i>	2.427	9.091	2.4272	13.9453
4	Calike	<i>Cakile edentula</i>	3.883	18.182	3.8835	25.9488
5	Lirio de playa	<i>Hymenocallis americana</i>	36.893	9.091	36.8932	82.8773
6	Palma chi'it	<i>Thrinax radiata</i>	3.398	18.182	3.3981	24.9779
7	Pasto Grande	<i>Cyperus sp.</i>	32.524	18.182	32.5243	83.2304
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

Mientras que para poder comprender la forma en que se distribuyen estas especies en la cuenca y las más importantes se presenta la siguiente gráfica:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

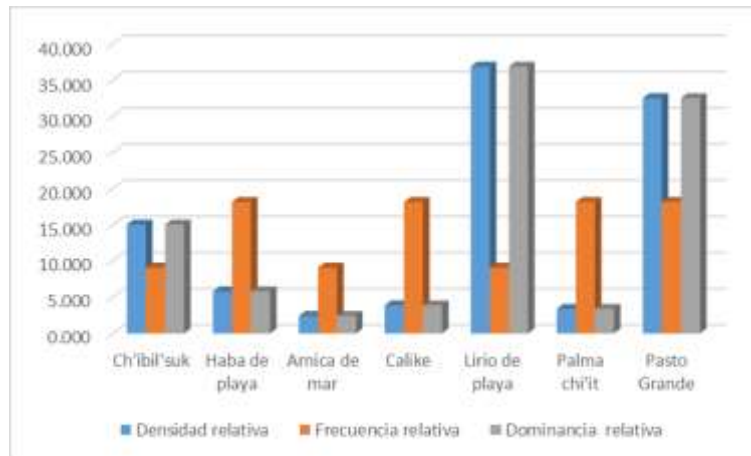


Figura. Distribución del Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo

Especies protegidas

De acuerdo con la información recopilada en este predio, solo se registra una especie que se reporta como Amenazada por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 "Protección Ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio de lista de especies en riesgo" (Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010).

Por lo tanto, es importante señalar que la única especie vegetal protegida que se encuentra en la superficie que se pretende desmontar es la Palma Chit (*Thrinax radiata*) que se localiza dentro de la vegetación de matorral costero donde se ha propuesto el CUSF para el proyecto. La vegetación de manglar que se encuentra en las colindancias de este predio en ningún momento será afectada.

b) Fauna

i. Metodología.

Se aplicaron tres métodos diferentes para el muestreo de fauna:

- Para el registro de especies de mamíferos de talla mediana y grande se dispusieron de 2 cámaras trampa Marca Moultrie modelo Game Spy por 3 días, acumulando un esfuerzo de trampeo de 72 hrs; las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm y fueron programadas para hacer dos disparos al momento de detectar el movimiento de cualquier tipo de organismo. Estos se restablecían a los 60 seg. Después del último disparo. Estas fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras; y otras dos fueron cebadas con vísceras de pollo como atrayente para especies carnívoras. Para estimar la densidad y registrar las especies de roedores se colocaron 2 cuadrículas con 5 trampas tipo Sherman por dos

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

días las cuales fueron cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuate para atraer y garantizar la captura de los roedores, acumulando un esfuerzo total de 480 hrs/ trampa;

- Para caracterizar la avifauna se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante tres días de igual forma, se observaron y anotaron todos los individuos que se percharon a los alrededores y los que pasaron volando. Las observaciones se realizaron entre las 06:00 a 08:00 hrs.
- Para el muestreo de reptiles y anfibios se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante tres días de igual forma. Así mismo se podrían tomar datos recabados por las cámaras trampa que podrían llegar a captar algún ejemplar.

Estos muestreos directos realizados para cada grupo taxonómico de acuerdo a Jones¹ (1986) y Cherkiss² et al (2005), fueron complementados con recorridos diurnos mediante el uso de transectos lineales aleatorios y el registro de huellas y cualquier otro signo que evidencie la presencia de fauna vertebrada, de tal manera que fue determinado cualquier taxón avistado.

La herpetofauna se determinó mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela³ et. al (1995), los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-Villela y Canseco-Márquez⁴ (2004), Frost⁵ et. al (2006), Wüster⁶ et. al (2005) y Smith⁷ (2005). La mastofauna

¹ Jones, K. B. 1986. Chapter 14. Amphibians and Reptiles. Pp 267-290. In: Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd, and H. Stuart, eds. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, Co. XVIII, 858 pp.

² Cherkiss, M. S., H. E. Fling, F. J. Mazzotti, K. G. Rice, y M. D. Conill. 2005. Wildlife.

³ Flores-Villela, O., F. Mendoza, y G. González. 1995. Recopilación de Claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología Número 10. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

⁴ Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 20(2): 115-144.

⁵ Frost, Darrel R. 2006. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 4 (17 August 2006). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.

⁶ Wüster, W., J. E. Ferguson, J. A. Quijada-Mascareñas, C. E. Pool, M. G. Salomao, y R. S. Thorpe. 2005. Tracing and Invasion: Landbridges, Refugia, and the Phylogeography of the Neotropical Rattlesnake (Serpentes: Viperidae: Crotalus durissus).

⁷ Smith, H. M. 2005. Plestiodon: A Replacement Name for Most Members of the Genus Eumeces in North America. Journal of Kansas Herpetology No 14. 15 pp.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

fue determinada según Medellín⁸ et. al (1997), Wilson y Reeder⁹ (1993), Arita y Ceballos¹⁰ (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos¹¹ et. al (2005) y Ramírez-Pulido¹² et. al (2005). Las aves fueron identificadas mediante las guías de Howell y Webb¹³ (1995) y Edwards¹⁴ (2003), la taxonomía y nombres actuales se realizaron según la American Ornithologist' Union¹⁵ (AOU) 1998. Las especies endémicas se registraron según Flores-Villela, 1993 para el caso de la herpetofauna. Ceballos, et. al (2005) para los mamíferos, la NOM-059-SEMARNAT-2010 para todas las clases y Howell, et. al (1995) para las aves.

Respecto al tamaño de la muestra, para que una muestra sea estadísticamente significativa, debe ser aleatoria (Fundación Universitaria Iberoamericana, s.f.)¹⁶ Para lo cual se cumple en ambos muestreos realizados, además de que el tamaño de la muestra no debe ser inferior a 30 (Fundación Universitaria Iberoamericana, s.f.). Por ello se trazaron de manera aleatoria.

El criterio empleado para el establecimiento de las líneas de muestreo fue el de aprovechar los caminos de acceso existentes. Respecto al tamaño de la muestra, un número de observaciones individuales demasiado elevado aporta a veces la misma información que un número inferior de observaciones.

Respecto a determinar si al muestreo fue o no representativo, hay que tomar en cuenta que resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada (Jiménez, 2003)¹⁷, este es un grave problema dado que la riqueza específica (S) es la principal variable descriptiva de la biodiversidad; razón por la cual se utilizaron cámaras espías que son muy útiles para el registro de fauna en movimiento, escurridizas que difícilmente se logran observar en una caminata normal de muestro. Por lo que la riqueza específica (S) para cada sitio estudiado, es confiable para ser analizado. Hay que tomar en cuenta que una

⁸ Medellín, R., H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los Murciélagos de México: Clave de campo. Publicaciones especiales Núm. 2. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México.

⁹ Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 1993. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. Smithsonian Institution Press. U. S. A.

¹⁰ Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. Revista Mexicana de Mastozoología 2:33-71.

¹¹ Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO, FCE. México. 986 pp.

¹² Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales, y A. Castro-Campillo. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana. (n. s.) 21(1):21-82.

¹³ Howell, S. N. G., y S. Webb. 1995. A Guide to the Birds of México and Northern Central America. Oxford University Press, New York. 851 pp.

¹⁴ Edwards, E. P. 2003. A Field Guide to the Birds of México and Adjacent Areas: Belize, Guatemala, and El Salvador. University of Texas Press, U. S. A. 209 pp.

¹⁵ American Ornithologists Union. 1982. Thirty-fourth supplement to the American Ornithologist' Union check-list of North American birds. Supplement to the Auk. 99 (3): 15 pp.

¹⁶ Fundación Universitaria Iberoamericana. S.f. Compilación para el título de maestría en evaluación del impacto ambiental.

¹⁷ Jimenez-Valverde Alberto, Hortal Joaquin. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista ibérica de Aracnología. Madrid, España.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

especie puede variar su distribución en función de cambios en el ambiente, de manera que esta se pueda ver ampliada o disminuida.

“En ocasiones las curvas de acumulación basadas en individuos son empleadas para rarificar” (Jiménez, 2003)²¹.

La metodología empleada para la estimación de la abundancia relativa, en donde según Franco (2011) “la diversidad de las comunidades habitualmente se analiza a través del patrón o patrones de distribución de la abundancia entre especies”, siendo que ésta es “la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total” (Franco, 2011).

ii. Resultados.

Descripción de la fauna del Sistema Ambiental

Se obtuvieron 124 registros de animales, los cuales están representados en cuatro grupos, 19 familias y 26 especies.

Tabla 81. Lista de especies predominantes en el sitio de estudio

No .	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	No. De Individuos
1	Anfibio	<i>Hylidae</i>	Ranita arborícola amarilla	<i>Hyla ebraccata</i>	2
2	Anfibio	<i>Ranidae</i>	Rana	<i>Lithobates berlandieri</i>	5
3	Ave	<i>Charadriidae</i>	Chorlo	<i>Charadrius vociferus</i>	4
4	Ave	<i>Charadriidae</i>	Chorlo de collar	<i>Charadrius wilsonia</i>	3
5	Ave	<i>Icteridae</i>	Calandria	<i>Icterus cucullatus</i>	2
6	Ave	<i>Mimidae</i>	Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>	7
7	Ave	<i>Cracidae</i>	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	6
8	Ave	<i>Pelecanidae</i>	Pelicano	<i>Pelecanus occidentalis</i>	10
9	Aves	<i>Trochilidae</i>	Colibrí	<i>Amazilia rutila</i>	1
10	Aves	<i>Ardeidae</i>	Garzón cenizo	<i>Ardea herodias</i>	1
11	Aves	<i>Scolopacidae</i>	Playerito	<i>Calidris alba</i>	3
12	Aves	<i>Scolopacidae</i>	Playero pihuihui	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	2
13	Aves	<i>Ardeidae</i>	Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>	1
14	Aves	<i>Ardeidae</i>	Garza dedos dorados	<i>Egretta thula</i>	5
15	Aves	<i>Fregatidae</i>	Fragata	<i>Fregata magnificens</i>	1
16	Aves	<i>Mimidae</i>	Negrito	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	1
17	Aves	Phalacrocoracidae	Cormorán	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	4
18	Mamífero	<i>Didelphidae</i>	Tlacuache	<i>Didelphys virginiana</i>	2
19	Mamífero	<i>Procyonidae</i>	Tejón	<i>Nasua narica</i>	7
20	Mamífero	<i>Procyonidae</i>	Mapache	<i>Procyon lotor</i>	2
21	Mamífero	<i>Cricetidae</i>	Rata de campo	<i>Sigmodon hispidus</i>	3
22	Reptil	<i>Corytophanidae</i>	Toloc	<i>Basiliscus vittatus</i>	4

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

No .	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	No. De Individuos
23	Reptil	<i>Iguanidae</i>	Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	16
24	Reptil	<i>Polychrotidae</i>	Toloc	<i>Norops sagrei</i>	9
25	Reptil	<i>Phrynosomatidae</i>	Merech	<i>Sceloporus cozumelae</i>	12
26	Reptil	<i>Phrynosomatidae</i>	Lagartija espinosa	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	11
Total:					124

De los resultados de la tabla anterior el más representativo de todos fue el grupo de los reptiles teniendo un total de 52 individuos y el menos distintivo el grupo de los anfibios con únicamente 7 individuos en total.



Figura 63. Abundancia por tipo de grupo registrados en el sitio de estudio.

El grupo de los reptiles a pesar de haber sido el más abundante tanto como grupo como en especie (*Ctenosaura similis*) no fue el que presento mayor riqueza, ya que en el grupo de las aves se registraron 15 especies y de reptiles solo 5 y esto lo podemos observar en las gráficas de las figuras 3.5 y 3.6 presentadas a continuación.

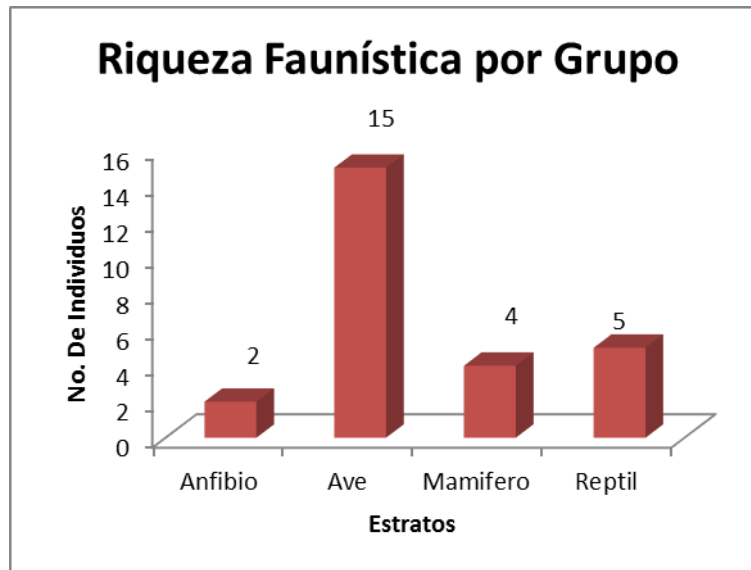


Figura 64. Riqueza por tipo de grupo registrados en el sitio de estudio.

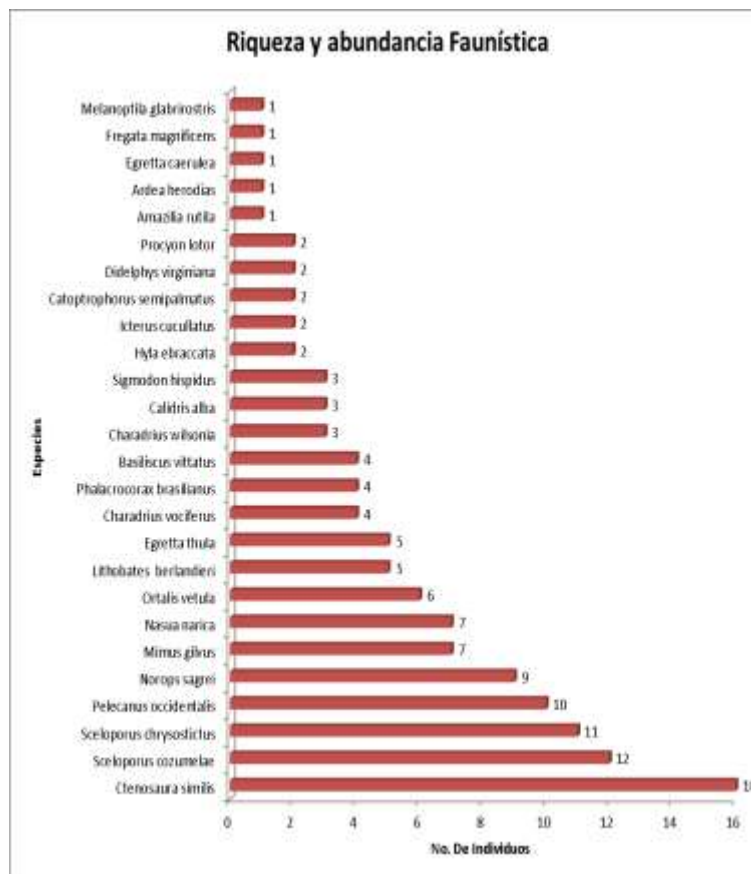


Figura 65. Número de individuos muestreados presentes en el ecosistema

Así mismo para estimar la biodiversidad del ecosistema se calculó el índice de Shannon-Weiner con los datos directos recabados, los resultados obtenidos se pueden apreciar en el cuadro 3.11.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

H' = diversidad (bits/individuo).

S = número de especies.

P_i = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n_i/N).

n_i = número de individuos de la especie i .

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Finalmente, para terminar el análisis del ecosistema se calculó el índice de equitatividad a través de la siguiente fórmula:

$$E = J = H' / H_{max}$$

En donde:

$$H_{max} = \ln S$$

S = número de especies

(J : justeness =equidad)

El índice de diversidad para la fauna de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.95 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.099, lo cual nos da un índice de equidad de 0.90, esto indica que las 26 especies de fauna reportadas, presenta cada una el 90% de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Los resultados obtenidos se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 82. Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Weiner grupo faunístico (Pr= Sujeta a protección especial).

No.	Grupo	Especie	Nombre Común	Estatu s	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Anfibio	Ranita arborícola amarilla	<i>Hyla ebraccata</i>		0.0161	-4.1271	0.0666
2	Anfibio	Rana	<i>Lithobates berlandieri</i>		0.0403	-3.2108	0.1295
3	Ave	Chorlo	<i>Charadrius vociferus</i>		0.0323	-3.4340	0.1108
4	Ave	Chorlo de collar	<i>Charadrius wilsonia</i>		0.0242	-3.7217	0.0900
5	Ave	Calandria	<i>Icterus cucullatus</i>		0.0161	-4.1271	0.0666
6	Ave	Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>		0.0565	-2.8744	0.1623
7	Ave	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>		0.0484	-3.0285	0.1465
8	Ave	Pelicano	<i>Pelecanus occidentalis</i>		0.0806	-2.5177	0.2030
9	Ave	Colibrí	<i>Amazilia rutila</i>	Pr	0.0081	-4.8203	0.0389
10	Ave	Garzón cenizo	<i>Ardea herodias</i>	Pr	0.0081	-4.8203	0.0389
11	Ave	Playerito	<i>Calidris alba</i>		0.0242	-3.7217	0.0900

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

No.	Grupo	Especie	Nombre Común	Estatu s	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
12	Ave	Playero pihuihui	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>		0.0161	-4.1271	0.0666
13	Ave	Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>		0.0081	-4.8203	0.0389
14	Ave	Garza dedos dorados	<i>Egretta thula</i>		0.0403	-3.2108	0.1295
15	Ave	Fragata	<i>Fregata magnificens</i>		0.0081	-4.8203	0.0389
16	Ave	Negrito	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Pr	0.0081	-4.8203	0.0389
17	Ave	Cormorán	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>		0.0323	-3.4340	0.1108
18	Mamífero	Tlacuache	<i>Didelphys virginiana</i>		0.0161	-4.1271	0.0666
19	Mamífero	Tejón	<i>Nasua narica</i>		0.0565	-2.8744	0.1623
20	Mamífero	Mapache	<i>Procyon lotor</i>		0.0161	-4.1271	0.0666
21	Mamífero	Rata de campo	<i>Sigmodon hispidus</i>		0.0242	-3.7217	0.0900
22	Reptil	Toloc	<i>Basiliscus vittatus</i>		0.0323	-3.4340	0.1108
23	Reptil	Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	A	0.1290	-2.0477	0.2642
24	Reptil	Toloc	<i>Norops sagrei</i>		0.0726	-2.6231	0.1904
25	Reptil	Merech	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Pr	0.0968	-2.3354	0.2260
26	Reptil	Lagartija espinosa	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		0.0887	-2.4224	0.2149
Riqueza=					1		2.9582

Riqueza (S) =	26
H' Calculada =	2.958
H max =	3.258
Equidad (J) =	0.908
H max - H' =	0.2999

Descripción de la fauna en el predio

Se obtuvieron 19 registros de animales, los cuales están representados en tres grupos, 8 familias y 8 especies.

Tabla 83. Listado Faunístico de especies predominantes en el sitio.

No.	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	No. De Individuos
1	Ave	Icteridae	<i>Calandria</i>	<i>Icterus cucullatus</i>	1
2	Ave	Mimidae	<i>cenxontle</i>	<i>Mimus gilvus</i>	3
3	Ave	Charadriidae	<i>Chorlo de collar</i>	<i>Charadrius wilsonia</i>	2
4	Ave	Fregatidae	Fragata	<i>Fregata magnificens</i>	4

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

No.	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	No. De Individuos
5	Ave	Ardeidae	Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>	2
6	Mamífero	Cricetidae	Rata de campo	<i>Sigmodon hispidus</i>	5
7	Reptil	Iguanidae	Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	1
8	Reptil	Polychrotidae	Toloc	<i>Norops sagrei</i>	1
Total:					19

De los cuales el más representativo de todo fue el grupo de las aves teniendo un total de 12 individuos y el menos distintivo el grupo de reptiles con únicamente 2 individuos en total.

El grupo de las aves fue el más dominante tanto en riqueza como abundancia por grupo, pero en el caso de la abundancia por especie, la rata de campo (*Sigmodon hispidus*) perteneciente al grupo de los mamíferos resulto ser la dominante, con un total de 5 individuos, como se muestra en la gráfica presentada a continuación.

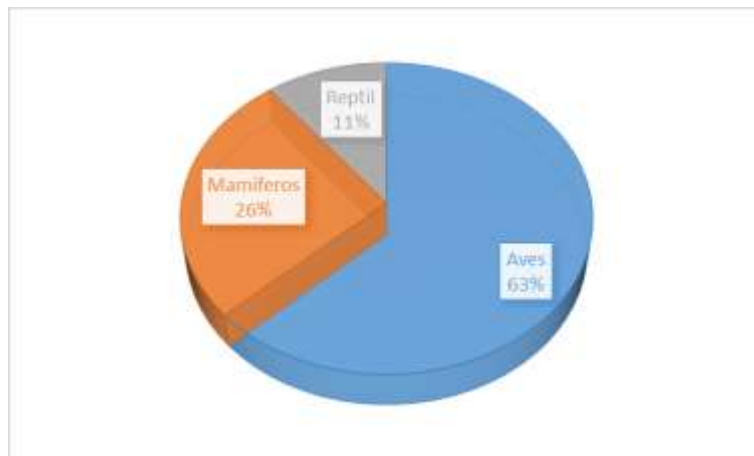


Figura 66. Abundancia por tipo de grupo registrados en el sitio de estudio.

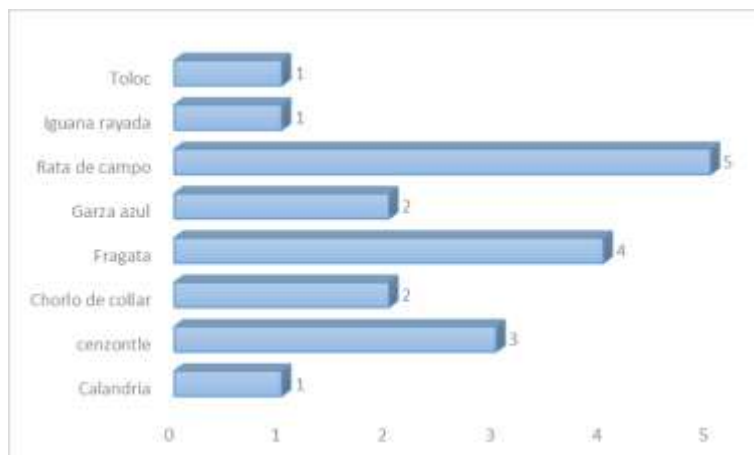


Figura 67. Abundancia por especie registrada en el sitio de estudio.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Así mismo para estimar la biodiversidad del ecosistema se calculó el índice de Shannon-Weiner con los datos directos recabados, los resultados obtenidos se pueden apreciar en el cuadro 4.5, Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

H' = diversidad (bits/individuo).

S = número de especies.

P_i = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n_i/N).

n_i = número de individuos de la especie i .

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Finalmente, para terminar el análisis del ecosistema se calculó el índice de equitatividad a través de la siguiente fórmula:

$$E = J = H' / H_{max}$$

En donde:

$H_{max} = \ln S$

S = número de especies

(j : justness =equidad)

El índice de diversidad para la fauna de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.910 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.079, lo cual nos da un índice de equidad de 0.918, esto indica que las 8 especies de fauna reportadas, presenta cada una el 91% de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 84. Abundancia relativa e Índice de Shannon-Weiner por grupo faunístico del sitio de estudio.

No.	Grupo	Nombre Común	Especie	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Ave	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>		0.0526	-2.9444	0.155
2	Ave	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>		0.1579	-1.8458	0.291
3	Ave	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>		0.1053	-2.2513	0.237
4	Ave	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>		0.2105	-1.5581	0.328
5	Ave	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>		0.1053	-2.2513	0.237
6	Mamífero	Cricetidae	<i>Sigmodon hispidus</i>		0.2632	-1.3350	0.351
7	Reptil	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	A	0.0526	-2.9444	0.155
	Reptil	Polychrotidae	<i>Norops sagrei</i>		0.0526	-2.9444	0.155
Riqueza=					1.0000		1.910

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Riqueza (S) =	8
H' Calculada =	1.910
H max =	2.079
Equidad (J) =	0.918
H max - H' =	0.170

IV.2.2.3. Medio socioeconómico

Evolución demográfica

El 19 de mayo de 2008, se decretó la creación del Municipio de Tulum con cabecera municipal en la Ciudad de Tulum (Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo de fecha 19 de mayo de 2008 Tomo II, Número 50 Extraordinario, Séptima Época) con una extensión territorial de 2,040.94 km² y conservando entre otras localidades, a Akumal, Chemuyil y Punta Allen. El crecimiento poblacional de la entidad fue la principal razón de la creación de este nuevo municipio, separándolo del Municipio de Solidaridad.

De acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad Federativa 2013 (INEGI), el Municipio de Tulum tiene una población de 32,300 habitantes, lo que representa el 2.17% de la población total del Estado de Quintana Roo.

Tabla 85. Población del Municipio de Tulum (2013).

Número	Municipio	Población	Porcentaje
001	Cozumel	86,752	5.84%
002	Felipe Carrillo Puerto	82,700	5.56%
003	Isla Mujeres	18,365	1.23%
004	Othón P. Blanco	228,190	15.36%
005	Benito Juárez	738,420	49.72%
006	José María Morelos	39,368	2.65%
007	Lázaro Cárdenas	27,823	1.87%
008	Solidaridad	189,993	12.79%
009	Tulum	32,300	2.17%
010	Bacalar	41,048	2.76%
Quintana Roo		1,484,960	100%

El Municipio de Tulum, es junto con los Municipios de Benito Juárez y Solidaridad, los de mayor crecimiento demográfico en el país. Solo en tres años, la población del Municipio de Tulum aumento en 4,037 individuos. El principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, la mayor parte de la población se concentra en las colonias de pescadores en las localidades de Javier Rojo Gómez (Punta Allen) y Punta Herrero con cerca de 1,000 habitantes. El resto de la población se encuentra diseminada a lo largo de la costa en pequeños ranchos y desarrollos turísticos.

La densidad poblacional para la Reserva de Sian Ka'an, reportada en el Plan de Manejo del Área Natural Protegida, es de 0.16 habitantes por km² y el porcentaje de terrenos utilizados para la actividad humana es del 0.85 por ciento.

En el sitio del proyecto, no existen asentamientos humanos establecidos debido a que es una zona turística de conservación, dedicada al establecimiento de casas para descanso desde hace más de 25 años. Por lo antes citado, al ser desarrollado el proyecto no afectará directamente a ningún tipo de población.

Régimen de propiedad

El 99% de la tierra en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an es de propiedad nacional. Solamente en la franja costera que enfrenta al mar abierto hay propiedades privadas que coinciden con los ranchos copreros y las zonas de mayor potencial turístico. Las costas en las Bahías son de propiedad nacional. El límite occidental de la Reserva está marcado por ejidos del Municipio de Felipe Carrillo Puerto y del Municipio de Cozumel.

Tabla 86. Ejidos circundantes a la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an

Ejido	Extensión	No. Habitantes
Pino Suarez	10,409 ha	47 ejidatarios
Chunyahche	104,115 ha	288 ejidatarios
Tres Reyes	10,550 ha	36 ejidatarios
Felipe Carrillo Puerto	47,043 ha	111 ejidatarios
X-Hazil	55,043 ha	308 ejidatarios
Andrés Quintana Roo	6,100 ha	61 ejidatarios

Los ejidatarios de la zona circundante poseen dotaciones de 274 hectáreas por ejidatario. Las actividades básicas en estos ejidos son la agricultura de temporal la explotación forestal y la ganadería extensiva.

En el litoral existe la mayor parte de los ranchos, y las dos colonias de pescadores: la Colonia Javier Rojo Gómez con 340 habitantes y Punta Herrero con 40 en 1983. Solo 26 personas viven en la zona continental interior. Las tendencias demográficas están directamente ligadas a la potencialidad de los recursos naturales en cada porción de la Reserva, y varían mucho de los litorales a las partes continentales.

Las zonas continentales están más expuestas a la colonización por la existencia de caminos de acceso. Sin embargo, solo hay seis ranchos, lo que muestra la poca atracción que el área

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

ha generado para los campesinos sin tierra de la periferia. Una fuerte limitación es la inseguridad en la tenencia de la tierra de los ocupantes de terrenos nacionales, aunque el proyecto de Sian Ka'an detuvo muchos de ellos y canalizo otros.

Economía

La economía principal en la zona del proyecto es de mercado; las actividades terciarias son las que predominan dentro de la estructura económica de la población. De acuerdo a los datos del censo de 1990, la PEA en el Estado, en el Municipio de Tulum y en el área de influencia directa no rebasa el 1.4%, siendo el mayor generador de empleo el sector terciario, con un 67.24%, el secundario con un 16.37% y el primario con un 15.76%.

En el área que se ha denominado de influencia directa, la actividad primaria está representada por la pesca principalmente, las secundarias a pequeñas unidades de productos de consumo humano inmediato y a la construcción, el sector terciario básicamente se dedica a actividades vinculadas al turismo y en menor escala a los servicios públicos. Cabe resaltar que, en los últimos años, estas cifras se han modificado con base en el desarrollo turístico de la Riviera Maya.

Actualmente la zona costera entre Tulum y Punta Allen, basa su economía en la pesca, y el cupo limitado de socios en la cooperativa evita el aumento poblacional de la colonia. Los únicos sectores organizados entre la población de Sian Ka'an son los pescadores y cuentan con cinco cooperativas pesqueras las que operan en la zona las cuales son:

- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Vigía Chico S.C.L. con sede en la colonia Javier Rojo Gómez que cuenta con 80 socios que operan entre Boca Paila y Punta Pájaros
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera José María Azcorra S.C.L. con 40 socios asentados en Punta Herrero que operan entre Punta Mosquitero y el fondo de la Bahía del Espíritu Santo (campamento Ma. Elena isla el Chal y Sacrificios)
- Sociedad Cooperativa de Cozumel con asentamientos en dicha isla fuera de los límites de la Reserva pero que pescan esporádicamente en la costa que se encuentra entre las dos bahías y en la porción norte de la Bahía del Espíritu Santo.
- Otras dos cooperativas pesqueras operan parcialmente en la zona de Reserva son la de Tulum cuya área de pesca se extiende al norte de Boca Paila y la del Uvero al sur de Punta Mosquitero.

El principal producto pesquero es la langosta espinosa (*Panulirus argus*) cuyos juveniles se desarrollan en las bahías y lagunas costeras. Su talla comercial mínima es de 13.5 cm de cola; es muy apreciada en el mercado donde alcanza cotizaciones de \$15 US/kg. En su mayor parte se exporta congelada a los EUA. Los ingresos por venta de langosta suponen en total el 74%

de las entradas netas anuales de la cooperativa (Espejel 1983) lo que indica una marcada preferencia por esta especie y sugiere que la pesquería se diversifique.

Infraestructura y servicios

La Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an es dividida por el camino de Felipe Carrillo Puerto a Vigía Chico que se continúa por un ramal hasta la costa que enfrenta a Punta Allen. Este camino data de 1955 y fue construido sobre la antigua vía férrea que transportaba el chicle hasta el puerto de Vigía Chico la cual fue abandonada después del ciclón en 1955.

Este camino cuenta en la actualidad con un ramal de terracería en dirección noroeste hacia el pueblo de Chumpón ya fuera de los límites de la Reserva. Existen otros dos caminos costeros de terracería que comunican a Punta Allen con Tulum y a Punta Herrero con Majahual respectivamente. Ningún tramo de estos caminos está pavimentado.

La única población con servicios de agua potable y alcantarillado es Punta Allen, en el resto de Sian Ka'an no existe un servicio de agua potable, ésta se extrae de pozos someros. La colonia Javier Rojo Gómez posee luz eléctrica generada por una planta diésel que funciona de las 19:00 a las 23:00 hrs. y cuenta con sistema fotovoltaico. Los hoteles de la zona cuentan con generadores para luz eléctrica. La colonia Rojo Gómez es la única dotada de servicios básicos como una escuela primaria un servicio médico ambulatorio del Instituto Mexicano del Seguro Social servicios que no existen en la colonia Punta Herrero debido a su reciente formación como asentamiento.

IV.2.2.4. Paisaje

La comunidad costera de esta zona de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, forma parte de un corredor turístico en la parte norte que va desde el Arco Maya en los límites del Ejido Pino Suárez hasta la comunidad de Javier Rojo Gómez (Punta Allen). A pesar del desarrollo turístico que se ha dado en esta zona, los inversionistas han optado por utilizar la vegetación natural y lo que este a su alrededor para darle belleza a la arquitectura de los proyectos y eso es lo que hace de la costa de la Reserva, un área ecológico de descanso, las playas de arena blanca y el mar con su característico azul turquesa, la agradable imagen rústica de un pueblo maya tradicionalista en crecimiento y los pequeños hoteles y cabañas hacen de las playas de Sian Ka'an un lugar excepcional para el esparcimiento en la naturaleza.



Figura 68. Panorámica del tipo de desarrollo turístico habitacional presente en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an

Importancia de los servicios ambientales

Los bienes y servicios indispensables para la vida humana son proporcionados tanto por los bosques, las selvas y la vegetación de zonas áridas. Entre dichos bienes se pueden mencionar están la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales, la resina, los hongos, la leña, el carbón y los animales de caza; los ecosistemas forestales no sólo son fuente de materias primas, brindan también una serie de servicios ambientales de vital importancia para el sostén de las poblaciones urbanas y rurales y están ligados a la regulación de procesos naturales.

En general ¿qué son los servicios ambientales que brindan los bosques, selvas y zonas áridas? La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable Artículo 7, fracción XXXVII dice: Son los servicios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, presentando beneficios tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad, captura de carbono, regulación del ciclo de nutrientes en el suelo, captura de contaminantes y componentes naturales, generación de oxígeno, amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, modulación o regulación climática, protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; protección de suelos, paisaje y la recreación, entre otros.

Sin embargo, debido a que el terreno aun sin cobertura vegetal se sigue manteniendo como un terreno preferentemente forestal, se presenta a continuación argumentos técnicos que permitirán demostrar que los principales servicios ambientales se siguen presentando en el terreno y que la instalación y operación del proyecto no se afectaran más de lo que están actualmente, y que más sin embargo, se aplicaran medidas para protegerlos.

Los servicios ambientales que se presentan a nivel de predio y nivel de cuenca son los siguientes.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 87. Servicios ambientales en el predio y cuenca

		Predio	Cuenca	¿Dejará de proporcionar el servicio por el cambio de uso de suelo?
1	Provisión del agua	✓	✓	NO
2	Captura de carbono, contaminantes	✓	✓	NO
3	Generación de oxígeno	✓	✓	NO
4	Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	✓	✓	NO
5	Protección de la biodiversidad	✓	✓	NO
6	Protección recuperación de suelo	✓	✓	NO

IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

IV.3.1. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel del predio.

Los servicios ambientales que brinda el predio de manera natural se describen a continuación:

1. Provisión del agua.

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales. Dentro de las investigaciones pioneras se encuentran la de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994; Torres y Guevara, 2003).

En complemento a los argumentos anteriores se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El cual es:

$$Ce = K (P-250)/2000 \quad \text{cuando } K \text{ es igual o menor a } 0,15 \text{ y}$$

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5 \quad \text{cuando } K \text{ es mayor que } 0,15$$

Dónde:

Ce= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies

P= Precipitación media anual

K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 88. Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos			
En Hileras	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0,14	0,20	0,28
De 50 al 75 % - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos de 50 % - Excesivo	0,24	0,28	0,30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0,07	0,16	0,24
Cubierto de 50 al 75 %	0,12	0,22	0,26
Cubierto de 25 al 50 %	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos de 25 %	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

* Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), ** Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). *** Suelos casi impermeables (arenas o los delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Con base en la tabla anterior al predio le correspondería como valor de K: 0.07

Por lo tanto, el Ce del predio sería:

$$\begin{aligned}
 Ce &= K (P-250)/2000 \\
 Ce &= (0.07 * (1300-250))/2000 \\
 Ce &= 0.07 * 1050 / 2000 \\
 \mathbf{Ce} &= \mathbf{0.037}
 \end{aligned}$$

Por otro lado, el volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m²

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m3).

En el área se reporta una precipitación anual máxima de 1,300 mm. Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado por tipo de vegetación se aprecian en el siguiente cuadro.

Estimación del volumen de escurrimiento:

Para este caso se presenta una cobertura vegetal de más del 75%, un suelo permeable, por lo cual el valor de K = 0.07.

Tabla 89. Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación de la Cuenca.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Uso	Uso de suelo	Superficie (m ²)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m ³)	%
Superficies impermeables del proyecto (toda superficie cubierta por algún tipo de estructura)	Habitacional	282.768	A	0.07	0.037	13.51	3.73
Superficie permeables	Vegetación forestal, camino Tulum – Punta Allen y arenal natural	7,296.153	A	0.07	0.037	348.57	96.27
Total		7,578.921				362.08	100.00

Para la zona impermeable del proyecto:

$$\begin{aligned} \text{Vol. Esc. Anual} &= Pa * At * Ce \\ \text{Vol. Esc. Anual} &= 1.3 \text{ m} * 282.768 * 0.037 \\ \text{Vol. Esc. Anual} &= 13.51 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Para la zona permeable:

$$\begin{aligned} \text{Vol. Esc. Anual} &= Pa * At * Ce \\ \text{Vol. Esc. Anual} &= 1.3 \text{ m} * 7269.153 \text{ m}^2 * 0.037 \\ \text{Vol. Esc. Anual} &= 348.57 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Este servicio para la etapa que se evalúa en este estudio y que corresponde al cambio de uso de suelo, no se verá afectado ya que el terreno seguirá captando y filtrando la misma cantidad de aguas, debido a que en esta etapa solo se removerá la cubierta vegetal del predio por lo cual al no ser cubierto por ningún tipo de estructura seguirá ofreciendo este servicio.

Sin embargo, una vez establecido el proyecto, el predio seguirá captando las 348.57 m³ de agua pluvial que representa el 95.99 % del escurrimiento total del predio, con lo cual se permitirá su infiltración total al subsuelo.

En calidad:

En el Estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para mitigar los efectos negativos que se pudieran presentarse por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

- Se proporcionaran suficientes instalaciones de baños portátiles para el personal que labore en el predio, 1 por cada 10 trabajadores mínimo, en los sitios aledaños a las áreas de aprovechamiento.
- El manejo y disposición final de las aguas residuales, correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio.
- Se colocarán depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, uncel, plásticos, aluminio etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.
- Se evitará el derrame de combustibles y aceites en el predio y dentro de la RBSK (ver programa de manejo de residuos).

2. Captura de carbono y mitigación de los gases de invernadero. (Reducción, absorción, fijación y almacenamiento de dióxido de carbono).

Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos de respiración y de degradación de materia seca. El saldo es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición de ésta. Este servicio ambiental que prevén los bosques o selvas como secuestradores de carbono (sumideros) permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se incrementa debido a las emisiones producto de la actividad humana (Torres y Guevara, 2002).

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto, se utilizó el método IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), (Ordoñez, 2001), que considera los siguientes supuestos:

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que dependiendo del tipo de suelo se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986).

Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m³), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC = V_r \times F_d \times FCC$$

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

V_r= Volumen real en m³

F_d= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

El procedimiento general realizado para la estimación de este indicador fue el siguiente:

1. Cálculo del volumen total en metros cúbicos
2. Estimación de la superficie total de aprovechamiento (ha)
3. Multiplicación del factor de densidad (para coníferas 0,48 y 0,60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez, 2001)
4. Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0,45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)

Los valores obtenidos siguiendo el método anterior se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 90. Cálculo de Carbono capturado

Uso	Clasificación	Volumen Total Árbol (m ³)	Factor de densidad	Factor CO ²	Captura de CO ² (t)	%
Superficie de aprovechamiento del proyecto	Especies latifoliadas	0.703	0.6	0.45	0.19	5.5
Superficie de conservación	Especies latifoliadas	12.033	0.6	0.45	3.25	94.5
Total					3.44	100

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

3. Debido a que se cuenta con poca información para estimar la captura de carbono por año, el resultado total (0.19 t.), es la cantidad de carbono que se ha almacenado en la vegetación arbórea que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo, lo cual representan solo el 5.5 % de la cantidad de carbono almacenado en la vegetación de todo el predio. A pesar que este pueda ser un servicio ambiental con afectación baja, el proyecto contempla antes de la remoción de la vegetación realizar el rescate y reubicación de vegetación de importancia ecológica dentro del área de aprovechamiento lo cual ayuda a disminuir el impacto siempre y cuando en ellas se mantengan las condiciones idóneas para el desarrollo de las plantas y su buen estado fisiológico. Por otra parte, resulta imperativo considerar las dimensiones del proyecto y su influencia en la cuenca a la que pertenece, ya que el impacto ambiental ocasionado por el cambio de uso de suelo será puntal, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas correctamente en tiempo y forma. En este orden de ideas se asume que la afectación a este servicio ambiental será de baja magnitud y de manera puntual de acuerdo con los siguientes argumentos:
4. Como parte del proyecto se tiene destinado mantener una superficie de 0.651 has con vegetación que equivalen al 85.88% de la superficie total, la cual seguirá aportando este servicio ambiental, ya que mantendrán la vegetación natural.
5. Las actividades de reubicación de la flora rescatada, en las áreas de conservación, brindarán un aporte en la captura de carbono y serán enriquecidas en número y especies al incorporar las plantas del rescate de flora, dentro de las áreas de conservación y áreas verdes ajardinadas.
6. La ejecución del proyecto implica que se harán trabajos de retiro de material vegetal muerto y su trituración para incorporarlo al suelo, lo que previene la ocurrencia de incendios y por lo tanto, la liberación de carbono a la atmósfera.

Por lo tanto, se concluye que este servicio no será eliminado solo disminuido por el cambio de uso de suelo.

7. Generación de oxígeno.

Para estimar la no afectación de este servicio ambiental se presentará a continuación el cálculo de la producción de oxígeno de follaje de los arboles quedando de la siguiente manera:

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Un metro cuadrado de hojas produce bajo iluminación solar, 3 litros de oxígeno por hora¹⁸. Aplicando la Ley de Gases Ideales se puede calcular la masa de esos tres litros de oxígeno, suponiendo una temperatura de 24 °C¹⁹ = 297 °K y la presión de 1 atmosfera.

$$pV = nRT = \frac{a(g)}{M} RT \quad a(g) = \frac{pVM}{RT}$$

R= constante de los gases

n = número de moles del gas

T= temperatura en grados Kelvin.

$$a(g) = \frac{1 \text{ atm} \times 3 \text{ l} \times 32 \text{ g mol}^{-1}}{0.0821 \frac{\text{atm l}}{\text{mol K}} \times 297 \text{ K}} = 3.93 \text{ g}$$

Es decir, 1m² de hojas sanas produce 3.93 gramos de oxígeno por hora. El número medio de horas de luz en el estado de Quintana Roo es de 10, por lo que el número total de horas al año con luz será de 3650 horas de luz/año. Entonces 1m² de hojas sanas produce 14,344.5 gramos de oxígeno al año. Si un árbol tiene en promedio 20 m² de hojas sanas produciría al año 286,890.0 gramos de oxígeno al año (286.89 kilogramos de oxígeno al año).

Por lo tanto, si consideramos las estimaciones anteriores, en conjunto con la cantidad de árboles por hectárea en el área forestal del proyecto expuesta en capítulos anteriores, es de 600 ind/ha, podemos estimar el comportamiento de este servicio.

La generación de oxígeno en el área de vegetación forestal considerando una densidad de plantas por hectárea de 600, y tomando en cuenta que un árbol genera 286.89 kg O/año, obtenemos que en esta zona del proyecto la productividad de oxígeno es de 172.134 kg O /ha en un año., por lo tanto, la generación de oxígeno del área forestal del predio (0.610 has) corresponde a 105,001.74 kg O en un año.

Ahora bien, debido a que el proyecto removerá la vegetación forestal en una superficie de 0.042 has, solo se reducirá este servicio en un 6.88%, por lo cual el predio podrá seguir generando oxígeno.

Por lo tanto se concluye que este servicio no será eliminado solo disminuido por el cambio de uso de suelo.

8. Amortiguamiento a los impactos de fenómenos naturales.

Durante el verano, en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados a inestabilidades de baja presión lo que da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas

¹⁸ González-Velasco, J. 2009. Energías Renovables. Editorial Reverté. Madrid España. 656 p

¹⁹ INEGI 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2

dependiendo de la energía acumulada pueden evolucionar para formar un ciclón o un huracán.

Además de que Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

De acuerdo con los registros, septiembre es el mes en que se manifiesta la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Así entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada, y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993). La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En lo particular, para el estado existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Mar Caribe afecten la zona costera y de manera directa al propio municipio de Benito Juárez ya que este se encuentra en su radio de acción y aun cuando la mayoría de estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona.

Además, en el 2005 se manifestó el Huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración ya que se mantuvo prácticamente estacionado.

Algunos de estos fenómenos se presentan al finalizar la temporada de huracanes (noviembre), por lo que su trayectoria puede verse afectada por la incidencia de los Nortes o frentes fríos. Lo que ha ocasionado que se desvíen hacia el sur como fue el caso del huracán Mitch (1998), por lo que en su recorrido impactó a los países centroamericanos. No obstante, en el Estado se tuvo la incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó.

De cualquier manera, se reconoce que la presencia de aguas cálidas ya sea en el Mar Caribe o el Golfo de México, es la fuente de energía de los huracanes. Por ello cuando tocan tierra su fortaleza comienza a decrecer y de ahí la importancia de que el territorio cuente con amplias zonas cubiertas de vegetación natural, la cual contribuye a la disipación o al menos a la pérdida del poder de destrucción de estos fenómenos.

Para el caso del proyecto, se considera que la remoción de vegetación forestal en una superficie de 0.042 Ha. Además de que el proyecto contempla contar con 0.651 Ha de áreas

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

de conservación. Por otra parte, se debe esperar que la vegetación forestal sea remplazada por el componente urbano, el cual contribuye de igual manera a la mitigación de los eventos meteóricos y no se considera un ambiente que permita la continuidad en la alimentación de la energía de los huracanes, en la siguiente imagen se puede observar la franja de vegetación enfrente de la casa y posterior a ella, por lo cual se garantiza que el predio seguirá brindando el servicio.

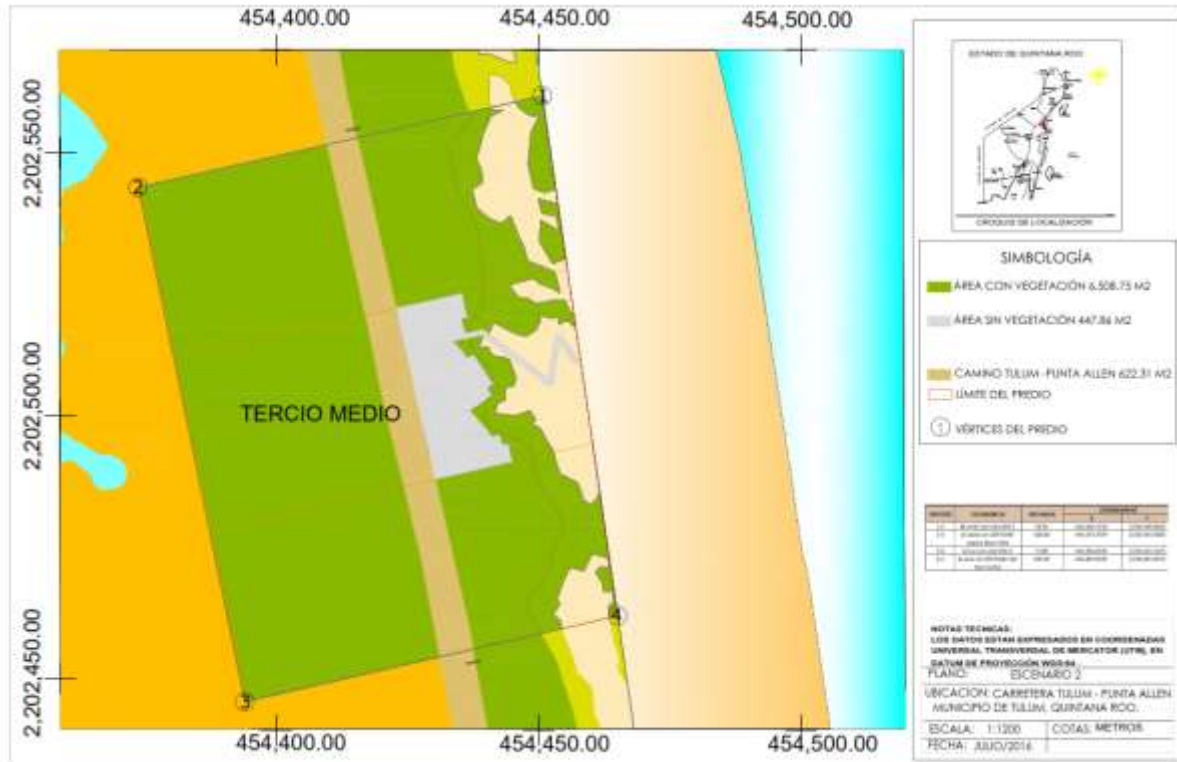


Figura 69. Zonas conservación del proyecto (en verde). Se anexa plano 14 señalando la superficie de conservación por tipo de vegetación.

9. Protección de la biodiversidad.

Para la preparación del sitio y consecuente construcción es indispensable aprovechar 0.060 has de la vegetación forestal para el cambio de uso de suelo, se reduce el hábitat actualmente utilizado por las especies identificadas y distribuidas en el hábitat que provee la vegetación de Palmar, en la que se identificó una especie protegida Palma de chit (*Thrinax radiata*), en cuenta a las especies de fauna se identificó a la Iguana Gris (*Ctenosaura similis*), sin embargo esta especie de fauna está adaptada a las zonas urbanas y en particular a las obras existentes en el proyecto, por lo cual esta remoción no representa una amenaza por pérdida de recursos y hábitat que pudiera ponerlas en riesgo.

Se espera que durante la remoción de la vegetación la fauna silvestre que actualmente utilizan el hábitat, migre hacia la vegetación colindante, así mismo con implementación de

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

medidas como ahuyentación y rescate antes del inicio de obras se espera que el impacto a la fauna se minimice. Una vez concluidas las obras y delimitadas las áreas de conservación se espera que los espacios de conservación vuelvan a ser utilizados por la fauna silvestre.

Si bien es cierto, que la construcción de esta obra se afectará algunas especies forestales, en términos generales, no se verán eliminadas, ya que dentro del área de estudio o de influencia del proyecto son abundantes. Por otra parte, la vegetación presente en las áreas de aprovechamiento de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo será eliminada de forma gradual. La especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, serán sujetas a rescate y reubicación.

Finalmente se menciona que se mantendrá un 85.88% del predio en conservación, con lo cual todas a especies de flora y fauna presentes en el predio seguirán contando un amplio hábitat donde podrán seguir con sus procesos naturales.

Así mismo se aplicarán las siguientes medidas que aseguran la protección de la biodiversidad del sitio y de su área de influencia:

Tabla 91. Medidas de mitigación para la protección de la biodiversidad.

Medida de protección ambiental 1	Capacitación del personal
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Antes del inicio del proyecto y durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicaran en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Lista de asistencia a las pláticas, el supervisor ambiental debe llevar un registro
Medida de protección ambiental 2	El material producto del desmonte que sea transportado deberá ser cubierto con una lona, transportado en bolsa o humedecido para evitar la emisión de polvos durante su transporte hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Etapas del Cambio de Uso de Suelo
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Cada vehículo que sea utilizado para transportar material de construcción utilizará una lona que cubrirá el material que este transportando con el fin de evitar o reducir la emisión de polvos en el área del proyecto.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Medida de protección ambiental 3	Se regarán constantemente los sitios del proyecto que así lo requieran para evitar la dispersión de polvos hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Etapa del Cambio de Uso de Suelo
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se seguirá un programa de riegos a las áreas donde se produzcan polvos con la ayuda de pipas, principalmente en los caminos del área del proyecto. En caso de presentarse lluvias durante la realización del proyecto se podrá suspender el riego.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 4	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
Tipo de medida	Preventiva
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Etapa del Cambio de Uso de Suelo
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los residuos que generen los trabajadores serán dispuestos en contenedores rotulados dependiendo si son: residuos orgánicos, residuos inorgánicos o residuos peligrosos. En ningún momento los contenedores establecidos en la obra sobrepasarán el 80% de su capacidad. Antes de que el contenedor llegue al 80% de su capacidad estos residuos se llevarán al almacén temporal de residuos urbanos o peligrosos de la empresa constructora. Cuando el almacén temporal se encuentre al 80% de su capacidad los residuos serán retirados por empresas recicladoras y/o serán enviados al sitio de disposición final autorizado por el Municipio.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple del recibo o comprobante del basurero municipal donde dispuso sus residuos.
Medida de protección ambiental 5	Protección de áreas de conservación
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Etapa del Cambio de Uso de Suelo
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para garantizar la conservación del paisaje y el soporte para la sobrevivencia de la flora y fauna silvestre presentes en el predio se conservará un área de 0.691ha, la cual mantendrá su estructura y composición actual.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 6	Supervisión ambiental

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Etapa del Cambio de Uso de Suelo
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se realizarán supervisiones al área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio con el fin de vigilar del correcto cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que durante la supervisión ambiental se registre algún incumplimiento se avisará al residente de la obra para que lo solucione a la brevedad posible Cada semana se evaluara el nivel de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que una o más medidas o condicionantes no se estén cumpliendo se realizará una reunión con el residente y personal de la obra con el fin de que en conjunto se planten estrategias para el cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Informe semanal de supervisión ambiental
Medida de protección ambiental 7	Se prohibirá cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie silvestre
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Durante las etapas de preparación del sitio se evitará cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie de fauna silvestre. En caso de que durante los trabajos del proyecto se tenga un encuentro con la fauna silvestre (principalmente reptiles y pequeños mamíferos), el personal se retirará del lugar y esperará 20 minutos para que la fauna tenga tiempo de movilizarse a otra zona del predio,
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el	Registro fotográfico

10. Protección y recuperación de suelos (erosión).

Retención del suelo dentro del ecosistema. Este servicio ambiental involucra la función de prevención de la pérdida de suelo por viento, escorrentía y otros procesos de remoción, almacenamiento de agua en lagos y humedales.

Así también este servicio se identifica con una importancia baja en función de las características de relieve del predio, el cual es casi plano y carece de pendientes y gradientes de altitud que impiden la erosión del suelo, por otra parte, la conservación de la cobertura vegetal del 85.88% del predio (0.651 ha) elimina la posibilidad de que exista un arrastre de sedimentos.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Así mismo se recuerda que en los capítulo VI del presente DTU-modalidad b particular se realizó la estimación de la erosión que se generaría tras el cambio de uso de suelo, dentro de los cuales se pudo demostrar que el proyecto no genera erosión en el terreno ya que se aplicarán medidas preventivas y se dejará un área de conservación que amortizará los vientos, además del hecho de que el suelo no quedará expuesto a la intemperie durante lapsos prolongados, ya que el desplante se realizará paulatinamente y finalmente las áreas de aprovechamiento serán preparadas para el futuro proyecto Universitario subsecuente a los alcances del presente proyecto de cambio de uso de suelo.

Con base en dichos criterios se identifica un grado de afectación a este servicio ambiental, que será bajo.

Proceso de formación de suelos. La formación del suelo es resultado de la interacción del material parental, el relieve, el tiempo, el clima y los seres vivos. Los tres primeros factores desempeñan un rol pasivo, mientras que el clima y los seres vivos participan activamente en la formación del suelo.

La cubierta vegetal (especialmente la vegetación primaria) y los animales que habitan en ella realizan una aportación constante de materia orgánica que es la fuente formadora del suelo y la conservación de su fertilidad. Este proceso se verá afectado en forma puntual, donde se realice la remoción de vegetación para la construcción del proyecto.

La importancia de este servicio ambiental se considera con un valor bajo debido a que en el predio no existen fenómenos de arrastre de suelo ocasionado por la pendiente y la lluvia, de tal manera que el suelo que se forme en una zona, permanece en la misma. Así mismo la conservación de la cubierta vegetal del 84.4 % del predio evitará este fenómeno de arrastre.

Con base en lo anterior se identifica que este servicio ambiental tiene un grado de afectación muy bajo.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

Tabla 92. Servicios ambientales en el sistema ambiental.

11.6. Servicios ambientales en la cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				Descripción		
<u>1</u>	Regulación de la composición química atmosférica	Regulación de gases.	Si	Balance de niveles de CO ₂ /O ₂ , SO _x y otros gases	Muy Alta	Nulo
<u>2</u>	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.	Regulación del clima	Si	Regulación de la temperatura global; precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulaciones de gases de efectos invernaderos	Muy Alta	Nulo
<u>3</u>	Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.	Regulación de disturbios	No	Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse a fluctuaciones ambientales, brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales, principalmente controlada por la estructura de la vegetación	Alta	Nulo
<u>4</u>	Regulación de flujos hidrológicos	Regulación del agua.	No	Regulación de los flujos hidrológicos que influyen en la provisión de agua tanto para el ecosistema como para riego, agroindustria y proceso de transporte acuático.	Nula	Nulo
<u>5</u>	Almacenamiento y retención de agua.	Provisión de agua.	No	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos	Alta	Muy Bajo
<u>6</u>	Retención del suelo dentro de un ecosistema	Control de la erosión y retención de los sedimentos.	No	Prevención de la pérdida de suelo por viento, escorrentía y otros procesos de remoción.	Baja	Nulo
<u>7</u>	Proceso de formación de suelos	Formación del suelo.	Si	A través del proceso de meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica	Baja	Muy Bajo
<u>8</u>	Almacenamiento, ciclaje interno, procesamiento y adquisición de nutrientes	Ciclaje de nutrientes.	No	Funciones de almacenamiento, reciclado interno, procesamiento y adquisición de nutrientes mediante la fijación de nitrógeno, fósforo y potasio, y otros elementos y ciclos de nutrientes	Muy Alta	Muy Bajo

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-2**

11.6. Servicios ambientales en la cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				Descripción		
<u>9</u>	Regulaciones tróficas dinámicas de las poblaciones.	Control biológico.	No	Efecto predador para el control de especies, reducción de herbívoros por otros predadores, control de poblaciones de especies potencialmente dañinas para el hombre, cultivos y ganado	Alta	Nulo
<u>10</u>	Hábitat para poblaciones residentes y pasajeras.	Refugio.	Si	Desempeña papel de semilleros, hábitat de especies migratorias, hábitat regionales para especies locales, recolectadas y otros	Alta	Muy bajo
<u>11</u>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como comida	Alimento.	No	Mantenimiento de la provisión de animales, gomas, cultivos, nueces, frutas, cosechas, pesca, agricultura de subsistencia y cacería, entre otros	Baja	Nulo
<u>12</u>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como materia prima.	Materias primas.	Si	Producción bruta primaria extractables de materias primas, principalmente Producción de madera, leña y forrajes	Alta	Bajo
<u>13</u>	Fuente de materiales y productos biológicamente únicos.	Recursos genéticos.	Si	Material natural base para la elaboración de medicina y productos para el avance científico, genes de resistencia a patógenos y pestes de cultivos, especies ornamentales	Alta	Bajo
<u>14</u>	Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas	Recreación.	No	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo	Muy Alta	Nulo
<u>15</u>	Ofrecimiento de oportunidades para usos no comerciales.	Valores estéticos, artísticos, científicos entre otros.	No	Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema	Muy Alta	Nulo

IV.4 Diagnóstico ambiental.

Suelos:

Se puede decir que este es uno de los factores que más ha sufrido impactos tanto naturales como antropogénicos en la Reserva.

Los efectos por causa naturales se dan principalmente en la ZOFEMAT y en las franjas donde la porción de tierra entre la laguna y el mar es muy angosta, ya que ante eventos meteorológicos como tormentas tropicales y huracanes que causan oleajes altos o simplemente aumentan la marea causan cambios en la línea de costa por la pérdida de arena lo que provoca la formación de taludes, que en algunos casos pueden alcanzar más de 2 metros de altura.

En lo que respecta a los impactos antropogénicos, éstos son directos e indirectos, los impactos directos se dan por el cambio de uso de suelo para la construcción de proyectos turísticos o residenciales, sin embargo, debido a las restricciones con las que cuenta la reserva para la construcción de estos desarrollos, estos impactos son reducidos en comparación con otras zonas costeras del mismo Estado, pero el principal problema que se tiene respecto al suelo es la contaminación de las playas por la presencia de residuos sólidos urbanos, peligrosos y hasta biológico infecciosos que llegan con las mareas y son depositados en las playas de la reserva, este problema se ve disminuido en las zonas donde se construyen desarrollos turísticos o habitacionales, ya que los dueños de estos predios se encargan de la limpieza de la playa frente a su predio, así como de algunas porciones de los predios colindantes.

Flora, hábitad y paisaje:

Debido a que el predio del proyecto se ubica en la zona costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, se encuentra con un alto grado de conservación a excepción de la presencia de unos manchones de arenales naturales con una superficie de 439.74 m², que como se puede apreciar en la siguiente ortofoto del INEGI del año 2000 por lo menos desde ese año existen estas áreas sin vegetación que aún permanecen con muy pocos cambios.

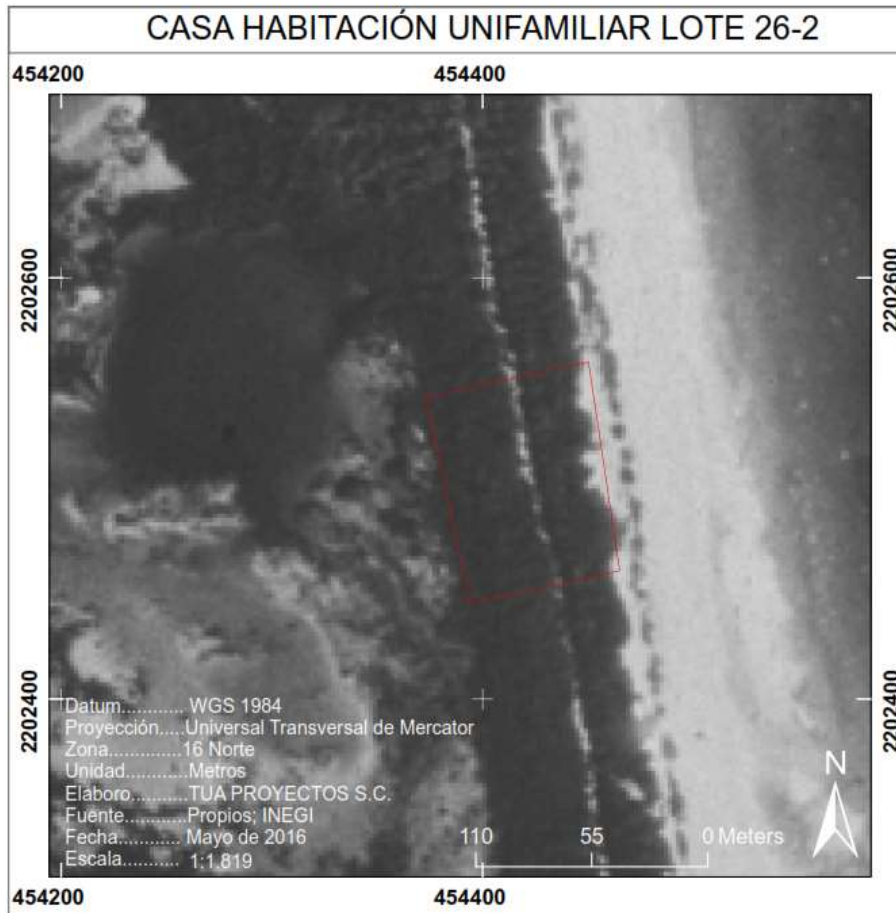


Figura 70. Ortofotografía del INEGI, del año 2000 (anexo mapas).

De acuerdo al muestreo realizado en el predio la especie dominante en el estrato arbóreo del palmar natural con 500 ind./ha, es la Plama Chit (*Thrinax radiata*), seguida del chechen (*Metopium browneii*) con 100 ind./ha y por último la palma de coco (*Cocos nucifera*), que presenta 80 ind./ha en base a esto se puede confirmar que de acuerdo a la definición del INEGI en la serie V de la carta de uso de suelo, esta vegetación corresponde a un palmar natural. En lo que respecta a la vegetación de manglar en el predio se observaron las cuatro especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), ubicados en la porción oeste del mismo pasando el camino Tulum–Punta Allen, y ocupa una superficie de 3,261.07 m² y se encuentra en buen estado de conservación al igual que el resto de la vegetación del predio. En resumen, la vegetación del predio se encuentra bien conservada y el predio en estudio se encuentra libre de residuos sólidos urbanos.

En lo que respecta al sistema ambiental, éste ha presentado muy pocos cambios, donde los más significativos son la presencia excesiva de residuos sólidos urbanos en la ZOFEMAT, la erosión de las playas en algunas zonas del sistema ambiental y el efecto de borde que se ha generado por el tránsito de vehículos y el mantenimiento periódico que se le da al camino Tulum - Puta Allen. La zona donde se pretende realizar el proyecto y a las condiciones del

camino, no hay muchos desarrollos turísticos, por lo que el sistema ambiental se ha mantenido prácticamente sin cambios tal y como se puede apreciar en la siguiente secuencia de imágenes de satélite y ortofoto, donde se puede observar que del 2000 al 2004 (figuras 62, 63, 64) solo se presentaban 3 áreas desmontadas en el Sistema Ambiental y hasta el 2009 se sumaron dos nuevas superficies desmontadas en el área norte del sistema ambiental, además en la imagen de esos mismos años se observa el cambio en el trazo del camino Tulum-Punta Allen (figura 74) y para esos mismos años los predios que ya habían sido desmontados habían recuperado parte de su cobertura vegetal, para el año 2010 los cambios en estos predios es más evidente tal y como se puede apreciar en la imagen 66.

Gracias a las restricciones que se tiene en la reserva respecto a la construcción de los desarrollos turísticos y casas habitación, se ha mantenido en gran medida la vegetación y naturalidad del paisaje y por ende el hábitat de las especies que ahí habitan, siendo el principal factor de cambio dentro del sistema ambiental el mantenimiento que se le da año con año al camino Tulum Punta Allen, ya que muchas veces el material que se utiliza para reparar el camino se acumula a los lados del mismo camino, afectando cada vez nuevas áreas, con lo que se afectan zonas considerables tanto de vegetación de selva y palmar natural como de manglar.

Fauna:

En lo que respecta la fauna aun y cuando en los muestreos se observaron muy pocos ejemplares de fauna, la Reserva es una zona muy diversa, sin embargo, en la zona costera no existe tanta biodiversidad como en la zona continental, esto debido a que la franja de vegetación es angosta en gran parte del SA y está dividida en sentido oeste-este por el camino de terracería Tulum Punta Allen, por lo que el grupo faunístico más abundante es el de las aves, tanto terrestres como playeras.

Los humedales de la reserva son hábitat de gran número de peces y sirven como zonas de alevinaje para muchas especies tanto de peces como de crustáceos, que a su vez sirven de alimento a especies de aves, reptiles y mamíferos, entre los que destacan las 2 especies de cocodrilo, el americano (*Crocodylus acutus*) y el de pantano (*Crocodylus moreletii*), la zorra gris, el coati, el mapache, sin embargo, no se han realizado estudios recientes que permitan conocer el estado que guardan las poblaciones de las especies presentes en la zona costera de la Reserva, por lo que es importante incentivar el estudio de la fauna en esta zona para saber con más certeza si las actividades turísticas que se realizan en ella han tenido efectos significativos sobre la fauna.

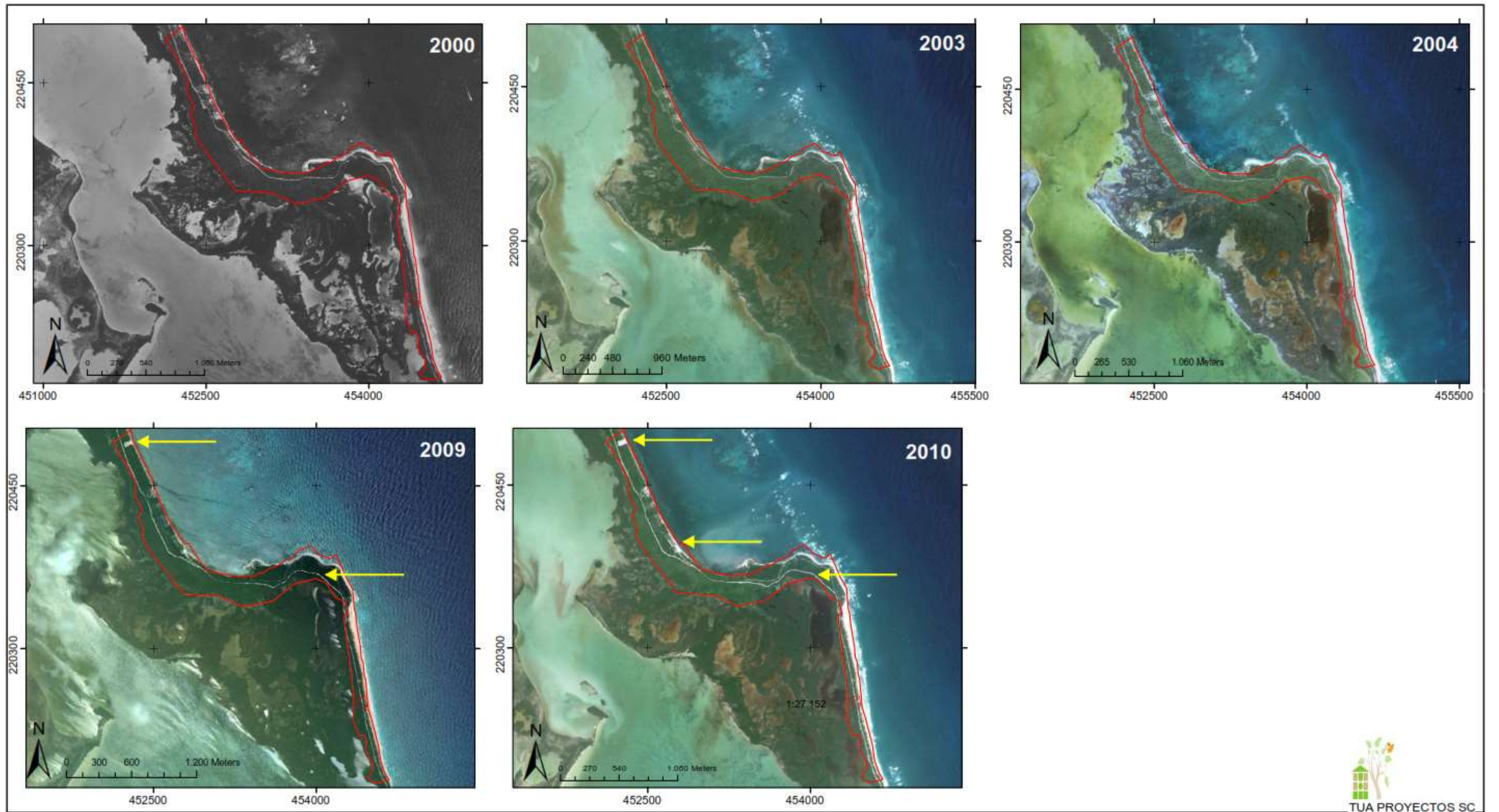


Figura 71. Cambios en la superficie de vegetación del sistema ambiental durante los años 2000, 2003, 2005, 2009 y 2010.

CAPITULO V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1. IDENTIFICACION DE IMPACTOS.

A continuación se describe la metodología por la cual se realizó la identificación, caracterización y valoración del impacto, se enlistan todas las actividades del proyecto por etapa (señalados en el capítulo II del presente estudio), así como los elementos indicadores del ambiente los cuales se eligen, de acuerdo al diagnóstico ambiental realizado en el capítulo IV del presente estudio.

V.1.2. Matriz de importancia y criterios de evaluación

El método por el cual se realiza la evaluación de impactos, es por medio de una “Matriz de importancia” de doble entrada, basada en el Método del Instituto Batelle-Columbus adaptada por Conesa Fdez. (1995), la cual tiene una alta utilidad para la identificación, predicción, interpretación de impactos y permite una fácil comunicación e inspección de los resultados (Canter, L. 1999).

Este método permite la medición del grado de intensidad e incidencia del efecto impactante y de la acción que impacta definiendo si el efecto es positivo o negativo, así como su efecto temporal y espacial, y toma en cuenta la capacidad del elemento impactado de absorber o recuperarse de dicho impacto.

La evaluación en la matriz de Importancia se realizó mediante los siguientes criterios:

1. **Signo:** (+) benéfico (-) perjudicial
2. **Intensidad (I):** Grado de incidencia de la acción sobre el factor: baja (1); media (2); alta (4); muy alta (8); total (12). El 1 representa una afectación mínima y el 12 expresa una destrucción total.
3. **Extensión (Ex):** Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, donde se considera: puntual (1); parcial (2); extenso (4); total (8). Si la acción produce un efecto muy localizado se considera un carácter puntual, por el contrario, si no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, con una influencia generalizada, el impacto será total.
4. **Momento (Mo):** El tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Largo plazo (1); medio plazo (2); inmediato (4). Los periodos de tiempo asignados son equivalentes a menos de un año si es inmediato, entre uno y cinco años si es mediano plazo y más de cinco años si es de largo plazo.
5. **Persistencia (Pe):** Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y hasta que el factor retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales o mediante introducción de medidas correctoras. La persistencia se clasifica en: menos de 1 año, fugaz (1); menos de 10 años, temporal (2); más de 10 años, permanente (4).

6. **Reversibilidad (Rv):** La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, de corto plazo (1); mediano plazo (2); irreversible (4).
7. **Sinergia (Si):** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples que actúan de manera simultánea, que es superior a la suma de los efectos manifestados cuando las acciones actúan de manera independiente no simultánea. El criterio toma valores de 1 si es simple, 2 si presenta sinergia y 4 cuando es muy sinérgico.
8. **Acumulación (Ac):** Este criterio da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto identificado, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Los valores van de 1 si no es acumulativo, y 4 si es acumulativo.
9. **Efecto (Ef):** Se refiere a la relación causa – efecto, es decir la forma de manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada y reiterada la acción que lo genera, el efecto es: directo o primario (4), cuando la repercusión de la acción es consecuencia directa de ésta; indirecto o secundario (1), cuando su manifestación tiene lugar a partir de un efecto primario actuando este como una acción de segundo orden.
10. **Periodicidad (Pr):** Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto; ya sea impredecible en el tiempo (irregular), cíclica o recurrente (efecto periódico), o constante en el tiempo (continuo). Los valores van de 1 en los irregulares (**Impredecible**), 2 en periódicos (**predecible**) y 4 en **continuos**.
11. **Recuperabilidad (Mc):** La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medio de la intervención humana. Los valores que se asignan corresponden a si es recuperable de manera inmediata (1), si es recuperable a mediano plazo (2), si es mitigable (4) o si es irrecuperable (8).

La evaluación por medio de estos criterios da lugar al VALOR DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO; es decir, la importancia de la acción sobre el factor ambiental, independientemente de la importancia del factor ambiental.

La matriz de importancia consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en filas los factores ambientales susceptibles a recibir impactos. El cruce de las casillas en la matriz, resalta el efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Los elementos de la matriz de importancia identifican el impacto ambiental (Ii) generado por una acción simple de una actividad (Ai) sobre un factor ambiental considerado (Fj).

El impacto se medirá, con base al grado de manifestación cuantitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto. Los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial, más una casilla que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de la fórmula:

La importancia de los impactos ($I = \text{Importancia}$), se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

El valor de importancia toma valores entre 13 y 100, donde; los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir que el ambiente puede aceptarlos, sin repercusiones severas, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

Una vez obtenido el valor de importancia de cada casilla de cruce se realiza una valoración cualitativa de cada una de las acciones impactantes y de cada factor ambiental que ha sido objeto de impacto.

La suma algebraica del valor de importancia de cada columna indica la acción más agresiva con altos valores negativos, las acciones poco agresivas con bajos valores negativos, y las beneficiosas con valores positivos. De la misma forma, la suma algebraica por filas indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización del proyecto. El impacto final cualitativo se obtiene de la suma de los impactos en la etapa de operación y los de las etapas de preparación y construcción que sean permanentes.

Los resultados de las sumas, pierden la cualidad cuantitativa, ya que no son resultado de la valoración de los criterios, son cualitativas, ya que el algoritmo creado para su cálculo es función del grado de manifestación cualitativa de los criterios que en el intervienen, por lo que tampoco aplican los valores de los rangos antes descritos.

Análogamente se puede decir que la importancia de la fila $j=2$ es mayor que la fila $k=1$, y deducir que j está siendo agredido en mayor medida que el factor k , pero sin proporción numérica alguna, no significa que j es dos veces más impactada que k . Es importante tener presente lo anterior al interpretar la matriz resultante.

V.1.2. Actividades e indicadores en la evaluación de impactos.

Para definir el impacto que el proyecto tendrá sobre el sistema ambiental, en primer lugar es importante definir: cuáles son las actividades a realizar y los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

A continuación, se presenta la tabla que resume las actividades que se realizarán en cada etapa del proyecto:

Tabla 93. Principales actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema en sus diferentes etapas

Etapa	Actividades
Cambio de uso de suelo (Preparación del sitio)	1. Rescate de flora y fauna
	2. Desmonte y despalme
	3. Obras provisionales
	4. Generación de residuos sólidos
	5. Generación de residuos líquidos
	6. Manejo de residuos sólidos
Etapa de construcción	7. Operación de maquinaria y de equipo de servicios
	8. Hincado de pilotes
	9. Creación de infraestructura, edificio.
	10. Generación de residuos sólidos
	11. Generación de residuos líquidos
	12. Reforestación
	13. Manejo de residuos sólidos
Operación y mantenimiento	14. Generación de residuos sólidos
	15. Generación de residuos líquidos
	16. Tránsito vehicular
	17. Generador de energía eólica
	18. Manejo de residuos sólidos
	19. Microplanta de tratamiento de aguas residuales

De acuerdo a las actividades a realizar, es evidente que se repitiran en distintas etapas del proyecto, pero su magnitud e intensidad cambian, ya que no son los mismos residuos en la etapa de construcción o de operación, y los requerimientos de equipo y personal también va cambiando. Otras son específicas a cada una de las etapas, como el desmonte y despalme que únicamente ocurre en la etapa de preparación del sitio. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repetirá en cada fase de desarrollo variando en su intensidad, permanencia, entre otros atributos a evaluar.

Con base en el cuadro anterior se identifican 19 actividades, durante las distintas etapas del proyecto, que potencialmente pueden impactar de manera positiva o negativamente a algún factor o componente ambiental. Para lo cual se identifican las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

El análisis de identificación de los elementos de indicadores se abordó con respecto aquellos factores ambientales que se verán afectados, en segundo término, se presenta la lista de los indicadores y la descripción de cada uno conforme al criterio de evaluación.

Con el fin de elegir los indicadores ambientales representativos y de relevancia en el área de estudio, se eligieron los elementos con base a la caracterización del medio abiótico, biótico y socioeconómico cuantificables y de fácil identificación. A partir de la información de los capítulos anteriores, donde se describieron las acciones que se requieren para realizar el

proyecto, así como los elementos relevantes del ambiente, estableciéndose los siguientes indicadores.

Tabla 94. Indicadores ambientales elegidos para la evaluación de Impacto Ambiental.

FACTOR AMBIENTAL	ELEMENTOS INDICADORES	CRITERIO DE EVALUACIÓN
SUELO	CALIDAD DE SUELO	La calidad esta relacionada con niveles de elementos extraños no naturales en el suelo y subsuelo que tienen el potencial de modificar su composición y con ello los procesos físicos, químicos y biológicos que se llevan a cabo naturalmente. Su identificación se realiza por medio de manchas de aceite, grasas o alguna otra sustancia contaminante.
	CANTIDAD DE SUELO	Relacionado al área superficial donde se pierde o sustituye el suelo original por otro material. Aquí se refiere al desplazamiento de la capa fértil o rica en nutrientes del suelo por extracción antrópica e incluye la anulación de formación del suelo por la acumulación de sustrato o cambio de uso de suelo. Este indicador se puede determinar por la inferencia de las áreas con cambio de uso de suelo en las que se pierde la vegetación y donde se espera un impacto residual.
HIDROLOGÍA	CALIDAD DE AGUA	La calidad de agua por contaminación por desechos orgánicos se ha comparado de acuerdo a índices que incluyen la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes, entre otros. En este caso existe un riesgo por la contaminación con residuos líquidos y lixiviados hacia el subsuelo, que podría repercutir en la calidad del agua dulce y marina (Estudio geohidrológico, Anexo técnico 7). Se resalta particularmente la zona en que incide el proyecto debido a la permeabilidad del suelo y el nivel del manto freático en que se desarrolla y su repercusión en las condiciones de la calidad del agua.
	CANTIDAD DEL AGUA	Se considera si el recurso disminuye significativamente por su uso y si su disponibilidad se verá afectada. Está en función a la cantidad de agua utilizada en las distintas etapas del proyecto.
	ESCORRENTÍA SUPERFICIAL	Los cambios en la topografía y uso actual del suelo pueden afectar la escorrentía vertical y recarga del acuífero debido a que el agua se filtra muy rápido entre la arena y la roca calcárea. De acuerdo al estudio geohidrológico se espera un cambio en el gasto de diseño con un periodo de retorno de 10 años de 30.85 l/s (sin proyecto) a 123.42 l/s (con proyecto).
ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	La calidad del aire se expresa en términos de ausencia o presencia de contaminantes suspendidos en el aire y se infiere a partir del tipo de actividades e insumos a utilizar, estos se perciben visualmente a través de la concentración de polvo y partículas en suspensión, con respecto a la superficie del predio.
	MICROCLIMA	Todos los elementos que conforman el clima a una microescala, como la insolación o sombra, entre otros, en este caso el microclima es parte del nicho de especies vegetales y animales, así como un factor de confort

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

FACTOR AMBIENTAL	ELEMENTOS INDICADORES	CRITERIO DE EVALUACIÓN
		social. Su monitoreo es a través de la medición de la temperatura ambiente en sitios específicos.
	NIVELES SONOROS	Los niveles de bienestar de acuerdo en función del nivel del ruido antrópico durante el día y la noche. El nivel sonoro en un punto crítico y/o representativo de impacto ambiental con respecto al proyecto, se determina por la percepción de ruidos sonoros fuertes de maquinaria y equipos de servicios que afectan el confort de bienestar.
FLORA	SUPERFICIE FORESTAL	En este elemento se evalúa la composición del número de especies vegetales, número de ejemplares por especie y su distribución. Se incluye la superficie de conservación que ocupa cada comunidad vegetal.
	POBLACIÓN DE ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010	Este indicador se refiere al número de especies catalogadas en un estatus de protección y categoría de riesgo que podrían ser afectadas. Además se contempla la abundancia de las especies correspondientes.
FAUNA	PRESENCIA DE FAUNA	En este elemento se va a evaluar la composición del número de especies de fauna, su abundancia y su distribución.
HÁBITAT	CONTINUIDAD DEL HÁBITAT.	<p>La pérdida de continuidad del hábitat es un proceso de cambio que implica la fragmentación de los hábitats, principalmente por la remoción de especies vegetales, y por la construcción de barreras físicas.</p> <p>En este caso, la fragmentación del hábitat se genera a partir de la porción del paisaje transformada a otro tipo de uso de la tierra, e incrementa el efecto de borde con impactos negativos sobre la composición distribución y abundancia de especies alterando los flujos naturales de materia y energía.</p> <p>La vulnerabilidad está relacionada con el tamaño de los fragmentos, cuantos más pequeños son estos mayores es la vulnerabilidad para las especies a las condiciones ambientales adversas, ya que son más frecuentes en sus bordes que en el interior, y por tanto hay una mayor probabilidad de afectación en la población de las especies.</p> <p>Su monitoreo es en base a la medición superficial de áreas no transformadas y áreas transformadas antrópicamente, así como de la densidad de fragmentos sobre una superficie dada.</p>
PAISAJE	NATURALIDAD ESCÉNICA	La naturalidad con respecto a los espacios del paisaje sin modificación, donde no se han producido actuaciones humanas. Ya que la naturalidad del paisaje se define como el grado de ocupación del terreno de las unidades fisionómicas clasificadas como naturales, se puede representar por medio de un índice que mide la proporción que tienen las unidades fisionómicas de tipo natural en relación a la superficie total del predio.

FACTOR AMBIENTAL	ELEMENTOS INDICADORES	CRITERIO DE EVALUACIÓN
ECONOMÍA	NIVEL DE EMPLEO	Este indicador es uno de los elementos socioeconómicos más importantes en el desarrollo de proyectos de construcción, debido a la exigencia de trabajadores durante las distintas etapas del proyecto. Aunque esta característica constituye un beneficio económico para los involucrados, puede producir afectaciones con respecto a la demanda de servicios, entre otros. Debido a que la industria de la construcción es uno de los sectores importantes en la economía de una región, genera una reactivación de la economía y por ende se traduce en una fuente de empleos y una derrama económica importante para la zona de influencia.

V.2. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

En la siguiente tabla se presentan los resultados de acuerdo al cruce de las acciones con los factores ambientales en una matriz de importancia donde se les asigna un valor a los atributos, esto se realiza de forma particular para cada elemento ambiental evaluado de acuerdo a los criterios mencionados en la sección V.1.2.

Posteriormente se presenta una ficha por cada elemento indicador donde se analizan y se presentan los valores máximos asignados a cada factor ambiental, detallando los valores asignados a cada uno de los atributos evaluados en cada etapa.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD "B"-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Tabla 95. Matriz de importancia del proyecto Casa Habitación Unifamiliar Lote 026-2 donde se cruzaron las acciones con los factores ambientales.

Subsistema	Componente	Factor ambiental	Actividades o fuentes de cambio	Preparación (cambio de uso de suelo)							Construcción							Operación (Ocupación de vivienda)					Total por indicador									
				Indicador	Rescate de flora y fauna	Desmonte y despalme	Obras provisionales	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos líquidos	Manejo de residuos sólidos y líquidos	Total preparación	Operación de maquinaria y equipo de servicios	Hincado de pilotes	Creación de infraestructura	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos líquidos	Manejo de residuos sólidos y líquidos	Reforestación	Total construcción	Ocupación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos líquidos		Generación de energía eólica	Manejo de residuos sólidos y líquidos	Total operación						
Medio abiótico	Suelo	Calidad del suelo					-34	-35	Positivo	-69	-44			-35	-36	Positivo	Positivo	-115		-37	-38		Positivo	-75	-259							
		Cantidad de suelo								-53							Positivo	0						0	-53							
		Total suelo								-53														0	-53							
	Agua	Calidad del agua						-25	-43	Positivo	-68	-50			-26	-48	Positivo		-115		-37	-38		0	-75	-312						
		Cantidad de agua									0								-22		-28	-50		0	-78	-270						
		Escorrentia superficial									-35					-22		Positivo	-22		-35				-35	-57						
	Aire	Total agua									-35	0	-25	-43	0	-103	-50	-21	-22	-26	-48		0	-167	-35	-28	-50	0	0	-113	-383	
		Calidad del aire									-22					-22									-49	-29				-29	-100	
		Microclima									-15					-15									0	0				0	-15	
		Niveles sónicos									0					0	-25								-44	-20				-20	-64	
	Total medio abiótico	Total aire									-37	0	0	0	0	-37	-55	0	-38	0	0	0	0	0	0	-93	-49	0	0	0	0	-130
		Total medio abiótico									-125	0	-59	-78	0	-262	-149	-21	-60	-61	-84		0	-375	-84	-65	-88	0	0	-237	-874	
	Medio biótico	Vegetación	Superficie forestal	Positivo							-53															0				0	-53	
			Población de especies en la NOM 059	Positivo							-39																				0	-39
			Total vegetación								-92	0	0	0	0	0	-92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-92
		Fauna	Presencia de fauna	Positivo							-32						-32	-23													0	-55
			Total fauna								-32	0	0	0	0	0	-32	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-55
		Hábitat	Continuidad del hábitat								-24						-24														0	-24
	Total medio biótico									0	-124	0	0	0	0	-124	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-147	
	Medio físico	Medio perceptual	Paisaje	Naturalidad escénica							-38					-38														Positivo	-34	-101
				Total perceptual							0	-38	0	0	0	0	-38	0	0	-29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-34	-101
		Total medio físico								0	-287	0	-59	-78	0	-424	-172	-21	-89	-61	-84	0	0	-427	-84	-65	-88	-34	0	-271	-1122	
	Medio social	Medio económico	Economía	Nivel de empleo	Positivo	Positivo										Positivo	Positivo												Positivo	0	0	
Total medio económico y social																															0	0
Total por componente										-287	0	-59	-78	0	-424	-172	-21	-89	-61	-84	0	0	-427	-84	-65	-88	-34	0	-271	-1122		

V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

A continuación, se realiza la descripción de los valores que se le asignaron a los parámetros evaluados en la matriz de evaluación de importancia.

Tabla 96. Detalles de los criterios de valoración de los impactos generados por el desarrollo del proyecto con respecto a su valor de importancia.

Factor evaluado	Suelo		
Indicador	Cantidad de suelo		
Etapas del proyecto	Preparación	Construcción	Operación
Acciones impactantes	Desmante y despalle.	-	-
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza	Negativa		
Intensidad	Muy alta		
Extensión	Puntual		
Momento	Inmediato		
Persistencia	Permanente		
Reversibilidad	Irreversible		
Sinergia	Sinérgico		
Acumulación	No acumulativo		
Efecto	Directo		
Periodicidad	Continuo		
Recuperabilidad	Mitigable		
Valor de importancia	-53 Severo		
	Descripción y análisis de los impactos		
Etapas de preparación	De acuerdo al presente elemento indicador, la afectación hacia este factor se registra únicamente durante la primera etapa del proyecto donde se genera de sobre la superficie con cambio de uso de suelo, el impacto es permanente durante la operación del proyecto, sin embargo, es puntual ya que afectará únicamente las áreas de desplante de la obra con cambio de uso de suelo en terreno forestal que corresponde al 5.56% de la superficie del predio. En el predio, el suelo está conformado por escasa materia orgánica compuesto por hojarasca principalmente de palmar en mezcla con arena, el cual se redistribuirá dentro del predio sin afectar la vegetación.		
Factor evaluado	Suelo		
Indicador	Calidad de suelo		
Etapas del proyecto	Preparación	Construcción	Operación

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Acciones de impacto negativo	- Generación de residuos sólidos - Generación de residuos líquidos	- Operación de maquinaria y equipo de servicios - Generación de residuos sólidos - Generación de residuos líquidos	- Generación de residuos sólidos - Generación de residuos líquidos
Acciones positivas	Manejo de residuos sólidos y líquidos	Manejo de residuos sólidos y líquidos	Manejo de residuos sólidos y líquidos
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza	Negativa	Negativa	Negativa
Intensidad	Media	Alta	Media
Extensión	Puntual	Puntual	Puntual
Momento	Inmediato	Inmediato	Inmediato
Persistencia	Temporal	Temporal	Temporal
Reversibilidad	Irreversible	Irreversible	Irreversible
Sinergia	Sinérgico	Muy sinérgico	Sinérgico
Acumulación	Acumulativo	Acumulativo	Acumulativo
Efecto	Directo	Directo	Directo
Periodicidad	Irregular	Periódico	Continuo
Recuperabilidad	Mitigable	Mitigable	Mitigable
Valor de importancia	-33 Moderado	-40 Moderado	-36 Moderado
Descripción y análisis de los impactos			
Etapa de preparación	<p>Este indicador refleja la posible contaminación del suelo por residuos urbanos (sólidos y líquidos) y por residuos peligrosos debido a los derrames accidentales de aceites y combustibles de uso para el funcionamiento de la maquinaria y equipo de servicios.</p> <p>Con respecto a los residuos urbanos el impacto es mayor respecto a los residuos líquidos ya que debido a la permeabilidad de suelo compuesto principalmente de arena se puede infiltrar de manera inmediata contaminando parte del subsuelo.</p> <p>Durante esta etapa se espera un impacto menor debido al reducido número de personal (9 personas) con respecto a la fase de construcción (20 personas). Es un impacto puntual pero de una intensidad que disminuye con las acciones de mitigación correspondientes.</p>		
Etapa de construcción	<p>Se considera un posible derrame de fluidos debido a la operación de maquinaria. Estos flujos se clasifican en residuos peligrosos por lo que se espera un impacto de intensidad alta y persistencia temporal pero puntual ya que solo podría afectar una porción pequeña del predio, mediante la aplicación de diversas acciones preventivas y de mitigación se espera la probabilidad de que suceda un derrame accidental y en caso de que suceda se aplicaran las medidas necesarias.</p>		
Etapa de operación	<p>Con respecto a los residuos urbanos, en esta etapa se espera un impacto mayor debido a que la fuente de cambio presenta una periodicidad</p>		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

	continua. Sin embargo, al aplicarse las medidas preventivas adecuadas, el impacto disminuye considerablemente.		
Factor evaluado	Agua		
Indicador	Cantidad de agua		
Etapa del proyecto	Preparación	Construcción	Operación
Acciones de impacto negativo	-	- Creación de infraestructura	- Ocupación y mantenimiento
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza		Negativa	Negativa
Intensidad		Alta	Alta
Extensión		Puntual	Puntual
Momento		Inmediato	Largo plazo
Persistencia		Temporal	Permanente
Reversibilidad		Mediano plazo	Mediano plazo
Sinergia		Simple	Simple
Acumulación		No acumulativo	No acumulativo
Efecto		Directo	Directo
Periodicidad		Periódico	Continuo
Recuperabilidad		Inmediata	Mitigable
Valor de importancia	-	-24 Irrelevante	-34 Moderado
	Descripción y análisis de los impactos		
Etapa de preparación	La utilización del agua será mínima durante la etapa de preparación, este recurso será surtido a través de pipas.		
Etapa de construcción	Durante esta etapa se contempla el uso de 5000 litros de agua por semana surtidos por medio de pipas y almacenado en tinacos tipo rotoplas. En esta etapa se considera un impacto alto y periódico con un grado de recuperabilidad inmediata del recurso con respecto al presente elemento indicador.		
Etapa de operación	En la etapa operativa se contemplan actividades y servicios propios de la casa que requerirá volúmenes de agua constantes, por lo que se espera un impacto continuo durante esta etapa. Las medidas de mitigación contemplan sistemas ahorradores de agua, sistemas de generación de agua por medio de un generador atmosférico, sistemas de captación de agua fluvial, así como la reutilización de aguas tratadas para servicios de contacto ocasional.		
Factor evaluado	Agua		
Indicador	Calidad de agua		
Etapa del proyecto	Preparación	Construcción	Operación

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Acciones de impacto negativo	- Generación de residuos sólidos - Generación de residuos líquidos	- Operación de maquinaria y equipo de servicios - Generación de residuos sólidos - Generación de residuos líquidos	- Generación de residuos sólidos - Generación de residuos líquidos
Acciones positivas	Manejo de residuos sólidos y líquidos	Manejo de residuos sólidos y líquidos	Manejo de residuos sólidos y líquidos
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza	Negativa	Negativa	Negativa
Intensidad	Alta	Alta	Alta
Extensión	Parcial	Extenso	Extenso
Momento	Inmediato	Inmediato	Inmediato
Persistencia	Temporal	Temporal	Temporal
Reversibilidad	Irreversible	Irreversible	Irreversible
Sinergia	Sinérgico	Muy sinérgico	Sinérgico
Acumulación	Acumulativo	Acumulativo	Acumulativo
Efecto	Directo	Directo	Directo
Periodicidad	Irregular	Periódico	Continuo
Recuperabilidad	Mitigable	Mitigable	Mitigable
Valor de importancia	-41 Moderado	-48 Moderado	-48 Moderado
	Descripción y análisis de los impactos		
Etapa de preparación	La generación de residuos líquidos tendrá mayor incidencia sobre este factor debido a la alta capacidad de infiltrarse por el subsuelo y llegar al el manto freático, así como a las aguas superficiales a través del escurrimiento y a la cercanía a estas. Implementando las medidas pertinentes, se incurre en la disminución de la probabilidad de impacto ya que se evita el contacto de residuos líquidos con los cuerpos de agua superficiales y del manto freático.		
Etapa de construcción	En esta etapa, la operación de maquinaria y equipo de servicios presenta un mayor riesgo de producir un impacto, además de un alto grado de sinergismo de combustibles y aceites sobre el recurso agua. En el Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos (Anexo técnico 3) se prevén las medidas para el caso en que se presente un derrame accidental, cabe mencionar que por la dimensión del proyecto serán manejadas cantidades mínimas.		
Etapa de operación	El proyecto contempla el funcionamiento de una microplanta de tratamiento de aguas residuales y un sistema de humedal artificial como parte complementaria con la finalidad de evitar que las aguas residuales tengan contacto con cuerpos de agua naturales y subterráneos, y reducir significativamente la contaminación del agua por lixiviados.		
Factor evaluado	Agua		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Indicador	Escorrentía superficial		
Etapas del proyecto	Preparación	Construcción	Operación
Acciones de impacto negativo	- Desmante y despalme	- Hincado de pilotes - Creación de infraestructura	-
Acciones positivas	-	- Reforestación	-
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza	Negativa	Negativa	-
Intensidad	Alta	Baja	-
Extensión	Puntual	Puntual	-
Momento	Largo plazo	Largo plazo	-
Persistencia	Permanente	Permanente	-
Reversibilidad	Irreversible	Corto plazo	-
Sinergia	Muy sinérgico	Sinérgico	-
Acumulación	No acumulativo	No acumulativo	-
Efecto	Directo	Directo	-
Periodicidad	Continuo	Continuo	-
Recuperabilidad	Mediano plazo	Mediano plazo	-
Valor de importancia	-38 Moderado	-24 Irrelevante	-
Descripción y análisis de los impactos			
Etapas de preparación	La escorrentía del predio se genera a partir de la precipitación pluvial aunada a las condiciones de vegetación, tipo de suelo y pendiente principalmente, al ser un área muy pequeña, la escorrentía se modificará únicamente en la zona de desplante por lo que se considera un impacto puntual con un periodo de tiempo de largo plazo sin afectar las zonas de manglar ya que el principal aporte es por precipitación.		
Etapas de construcción	El principal y mayor impacto con respecto a este indicador para el factor de que trata se genera en la primera etapa del proyecto, sin embargo, en esta etapa se toma en cuenta el tipo de cimentación que tendrá el proyecto, que será por medio de pilotes hincados, lo cual no tendrá repercusiones importantes tanto para el escurrimiento como para el flujo subterráneo entre el mar y la laguna.		
Etapas de operación	Es un impacto permanente durante la operación del proyecto en el que se espera un incremento de acuerdo al gasto de diseño con un periodo de retorno de 10 años de 30.85 l/s (sin proyecto) a 123.42 l/s (con proyecto). Además se prevé la reforestación de áreas que actualmente se encuentran sin cubierta forestal y que no se incluyen en el área de aprovechamiento, así como el ajardinado de las áreas correspondientes.		
Factor evaluado	Aire		
Indicador	Calidad del aire		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Etapa del proyecto	Preparación	Construcción	Operación
Acciones de impacto negativo	- Desmante y despirme	- Operación de maquinaria y equipo de servicios - Obras de construcción	- Ocupación y mantenimiento
Acciones positivas	-	- Reforestación	-
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza	Negativa	Negativa	Negativa
Intensidad	Baja	Alta	Baja
Extensión	Parcial	Parcial	Puntual
Momento	Inmediato	Inmediato	Inmediato
Persistencia	Fugaz	Fugaz	Permanente
Reversibilidad	Corto plazo	Corto plazo	Corto plazo
Sinergia	Simple	Simple	Simple
Acumulación	No acumulativo	No acumulativo	No acumulativo
Efecto	Directo	Directo	Directo
Periodicidad	Periódico	Irregular	Periódico
Recuperabilidad	Inmediata	Inmediata	Inmediata
Valor de importancia	-22 Irrelevante	-30 Moderado	-28 Moderado
Descripción y análisis de los impactos			
Etapa de preparación	<p>Con respecto a la calidad del aire se toma en cuenta la suspensión de partículas de polvo por la obra y la liberación de gases de combustión por el uso de maquinaria, vehículos y equipo de generación de energía eléctrica.</p> <p>En esta etapa la calidad del aire se valoró su importancia con un grado de intensidad alto y de extensión parcial, se recupera de forma inmediata ya que conforme se extiende es difuminado por el viento. Es temporal con respecto al tiempo que dure el proceso de preparación.</p>		
Etapa de construcción	<p>Durante la construcción se generan polvos y gases por vehículos y maquinaria. A pesar de ser un impacto intenso es temporal durante la fase constructiva, se consideró acumulable con las actividades de obra que se realizan y debido a su rápida recuperabilidad se consideró como un impacto moderado para esta etapa del proyecto.</p>		
Etapa de operación	<p>Al tratarse de un desarrollo habitacional unifamiliar existirá un nivel fijo de gases emitidos por los vehículos de los residentes, se considera permanente con una regularidad periódica, ya que será de uso vacacional.</p>		
Factor evaluado	Aire		
Indicador	Microclima		
Etapa del proyecto	Preparación	Construcción	Operación
Acciones de impacto negativo	- Desmante y despirme	-	-

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Acciones positivas	-	- Reforestación	-
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza	Negativa	-	-
Intensidad	Baja	-	-
Extensión	Puntual	-	-
Momento	Largo plazo	-	-
Persistencia	Permanente	-	-
Reversibilidad	Corto plazo	-	-
Sinergia	Simple	-	-
Acumulación	No acumulativo	-	-
Efecto	Indirecto	-	-
Periodicidad	Irregular	-	-
Recuperabilidad	Mitigable	-	-
Valor de importancia	-15 Irrelevante	-	-
Descripción y análisis de los impactos			
Etapa de preparación	<p>El impacto sobre la proporción de calor latente y sensible de la radiación solar incidente en una determinada zona se relaciona con la remoción de la vegetación natural en grandes superficies. Para este caso, se genera un impacto sobre una pequeña porción del suelo (5.56% del CUSTF con respecto al predio), que podría incidir en la absorción y la evaporación de agua, generando alteraciones en el microclima (temperatura).</p> <p>Durante esta etapa se presenta el mayor impacto en la vegetación sobre la parte proporcional al cambio de uso de suelo forestal que corresponde al 5.56 % con respecto a la superficie total del predio. Por otro lado, al mantener un área de conservación del 85.88 % con respecto al predio, no se prevé una modificación impactante en el microclima del predio ya que las características de temperatura y humedad no se modifican.</p>		
Etapa de construcción	<p>En esta etapa se comenzará la reforestación y enriquecimiento, con especies nativas rescatadas previo a la etapa de preparación, de las áreas incluidas para la conservación lo que mitigara el reflejo y calor del suelo afectado.</p>		
Etapa de operación	<p>En esta etapa el efecto de sol sobre la construcción podría tener un efecto en el microclima, sin embargo, quedaría restringido a la superficie de las instalaciones (conjunto de casa y obras asociadas excluyendo el área verde ajardinada con plantas nativas) 4.35 % del predio.</p>		
Factor evaluado	Aire		
Indicador	Niveles sonoros		
Etapa del proyecto	Preparación	Construcción	Operación

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Acciones de impacto negativo	-	- Operación de maquinaria y equipo de servicios - Creación de infraestructura	- Ocupación y mantenimiento
Acciones positivas	-	-	-
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza	-	Negativa	Negativa
Intensidad	-	Alta	Baja
Extensión	-	Parcial	Puntual
Momento	-	Inmediato	Inmediato
Persistencia	-	Fugaz	Permanente
Reversibilidad	-	Corto plazo	Corto plazo
Sinergia	-	Simple	Simple
Acumulación	-	No acumulativa	No acumulativa
Efecto	-	Primario	Primario
Periodicidad	-	Periódico	Periódico
Recuperabilidad	-	Inmediata	Inmediata
Valor de importancia	-	-25 Irrelevante	-23 Irrelevante
Descripción y análisis de los impactos			
Etapa de preparación	En esta etapa se contempla la delimitación del área de aprovechamiento, el rescate de flora y fauna, finalmente el desmonte y despalme. Durante esta última actividad se prevé la utilización de herramienta de mano y en su caso maquinaria menor (Bobcat) por lo cual el impacto por el ruido generado será menor que en las etapas subsecuentes.		
Etapa de construcción	La única fuente de ruido en las cercanías del predio es el tránsito vehicular que incide en el predio de manera irregular, por lo que, al utilizar la maquinaria para el hincado de pilotes y descabezado de los mismos, y la utilización de equipo provisional de generación de energía, la intensidad de ruido será alta. El ruido se extenderá parcialmente hacia el exterior del predio por lo que se espera el mayor impacto por incremento de los niveles sonoros.		
Etapa de operación	En esta etapa el ruido disminuye su intensidad de manera muy evidente, sin embargo, se convierte en un impacto permanente por el uso de equipo propio del mantenimiento de la vivienda y de transporte. Este impacto será mitigable debido a que la mayoría de emisores se ubicarán dentro de un cuarto de máquinas.		
Factor evaluado	Vegetación		
Indicador	Superficie forestal. Comunidades de especies en la NOM-059-		
Etapa del proyecto	Preparación	Construcción	Operación
Acciones de impacto negativo	- Desmonte y despalme	-	-

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Acciones positivas	- Rescate de flora y fauna	- Reforestación	-
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza	Negativa	-	-
Intensidad	Alta	-	-
Extensión	Puntual	-	-
Momento	Inmediato	-	-
Persistencia	Permanente	-	-
Reversibilidad	Irreversible	-	-
Sinergia	Sinérgico	-	-
Acumulación	No acumulativo	-	-
Efecto	Primario	-	-
Periodicidad	Continua	-	-
Recuperabilidad	Mitigable	-	-
Valor de importancia	-53 Severos	-	-
Descripción y análisis de los impactos			
Etapa de preparación	<p>En este factor se incluyen las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Este impacto se contempla específicamente en la primera etapa del proyecto, se valora con una intensidad muy alta debido a la remoción de vegetación sobre el área con cambio de uso de suelo en zonas de palmar y de vegetación del cordón de duna, es un impacto puntual, ya que se removerá la vegetación en una superficie de 5.56 % con respecto a la superficie total del predio, destinando un área de ajardinado con una superficie de 117.89 m².</p> <p>Es importante aclarar que antes de empezar el desmonte se ejecutará el rescate selectivo de flora de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>		
Etapa de construcción	<p>Se efectuará un programa de reforestación y ajardinado en 117.89 m² para áreas de ajardinamiento, lo cual permitirá conservar en el predio los ejemplares rescatados de especies de flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la finalidad de salvaguardar el germoplasma las mismas y continuar con su ciclo biológico y cumpliendo su función ecológica.</p>		
Etapa de operación	<p>Se mantendrá la riqueza específica de la vegetación y su abundancia en las áreas destinadas a la conservación, favoreciendo la integración de la fauna en satisfacer sus necesidades de alimentación y refugio con la vegetación existente.</p>		
Factor evaluado	Fauna		
Indicador	Desplazamiento de fauna		
Etapa del proyecto	Preparación	Construcción	Operación
Acciones de impacto negativo	- Desmonte y despalle	-Operación de maquinaria y equipo de servicios	-

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Acciones positivas	- Rescate de flora y fauna	- Reforestación	-
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza	Negativa	Negativa	-
Intensidad	Alta	Baja	-
Extensión	Puntual	Puntual	-
Momento	Inmediato	Inmediato	-
Persistencia	Temporal	Temporal	-
Reversibilidad	Mediano plazo	Mediano plazo	-
Sinergia	Simple	Simple	-
Acumulación	No acumulativo	No acumulativo	-
Efecto	Primario	Primario	-
Periodicidad	Periódico	Periódico	-
Recuperabilidad	Mediano plazo	Mediano plazo	-
Valor de importancia	-32 Moderado	- 23 Irrelevante	-
Descripción y análisis de los impactos			
Etapa de preparación	<p>Este impacto se genera principalmente durante el desarrollo de la primera etapa del proyecto ya que durante el chapeo la gran mayoría de fauna se desplazará a sitios aledaños, debido a que durante estas actividades se pierden sitios de refugio y alimentación representa un impacto con una intensidad alta y permanente para el área de desplante del proyecto.</p> <p>Como una medida de mitigación y compensación se contempla el ajardinamiento de 117.89 m² para áreas ajardinadas del predio, lo cual favorecerá la creación de áreas de hábitat que satisfaga las necesidades de refugio y alimentación para la integración de la fauna. Esta reforestación se realizará en las áreas que serán utilizadas para obras provisionales y maniobras</p>		
Etapa de construcción	<p>En esta etapa el impacto sobre la fauna disminuye significativamente, ya que la presencia de personal y el ruido generado por la maquinaria no permitirá la integración de la fauna, el impacto es de intensidad baja y periódico mientras dura el proceso constructivo.</p> <p>Durante esta etapa se realizará la reforestación de las superficies impactadas sin vegetación así como el ajardinamiento como una medida de mitigación que promueva la integración de la fauna.</p>		
Etapa de operación	<p>En esta etapa el impacto se vuelve permanente aunque con una intensidad muy baja por lo que aunado a la reforestación y ajardinado se prevé que la fauna quede integrada en estas áreas del predio.</p>		
Factor evaluado	Hábitat		
Indicador	Continuidad del hábitat		
Etapa del proyecto	Preparación	Construcción	Operación
Acciones de impacto negativo	- Desmante y despilme	-	-
Acciones positivas	-	- Reforestación	-
Atributos	Valor asignado al impacto		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Naturaleza	Negativa	-	-
Intensidad	Baja	-	-
Extensión	Puntual	-	-
Momento	Inmediato	-	-
Persistencia	Permanente	-	-
Reversibilidad	Irreversible	-	-
Sinergia	Sinérgico	-	-
Acumulación	No acumulativo	-	-
Efecto	Primario	-	-
Periodicidad	Irregular	-	-
Recuperabilidad	Mitigable	-	-
Valor de importancia	-29 Moderado	-	-
Descripción y análisis de los impactos			
Etapa de preparación	<p>La fragmentación es un proceso de cambio y aparición de discontinuidades en los hábitats que implica la pérdida de hábitat por la porción de tierra transformada, así como un incremento en el efecto de borde que originan impactos negativos sobre la composición de especies, su distribución y abundancia. Sin embargo, en el predio se presenta una serie de rasgos que involucran un grado de fragmentación del sistema ambiental, como son el camino comunal Tulum-Punta Allen que divide el predio en dos fracciones, la obra se proyecta en la fracción oriental en la cual existen áreas fragmentadas de arenales naturales sin vegetación sobre la duna costera. De acuerdo a lo mencionado el impacto es de intensidad baja, de extensión puntual y mitigable para lo cual se pretende reforestar las áreas sin vegetación fuera del desplante de la obra.</p>		
Etapa de construcción	<p>Durante la etapa de construcción se realizará el enriquecimiento de 117.89 metros cuadrados de espacios verdes de ajardinado con especies nativas que permitan la continuidad de su función ecológica.</p>		
Etapa de operación	<p>La fragmentación dentro del predio es un impacto que se presenta previo al desarrollo del proyecto y es durante esta etapa que el impacto se vuelve permanente y puntual ya que incide únicamente sobre las áreas de aprovechamiento para la casa de 447.86 m².</p>		
Factor evaluado	Paisaje		
Indicador	Naturalidad escénica		
Etapa del proyecto	Preparación	Construcción	Operación
Acciones de impacto negativo	- Desmonte y despalme	- Creación de infraestructura	- Generación de energía eólica
Acciones positivas	- Manejo de residuos	- Reforestación - Manejo de residuos	- Manejo de residuos
Atributos	Valor asignado al impacto		
Naturaleza	Negativa	Negativa	Negativa

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Intensidad	Alta	Baja	Alta
Extensión	Puntual	Puntual	Puntual
Momento	Inmediato	Inmediato	Inmediato
Persistencia	Temporal	Permanente	Permanente
Reversibilidad	Irreversible	Irreversible	Corto plazo
Sinergia	Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico
Acumulación	No acumulativo	No acumulativo	No acumulativo
Efecto	Primario	Primario	Primario
Periodicidad	Continua	Continua	Continua
Recuperabilidad	Mitigable	Mitigable	Inmediata
Valor de importancia	-39 Moderado	-32 Moderado	-35 Moderado
Descripción y análisis de los impactos			
Etapa de preparación	<p>En la actualidad, se presenta una calidad paisajística alta en el predio debido a la vegetación natural existente de duna, palmar y manglar hacia la laguna Xamach. Durante esta primera etapa se contempla el mayor impacto a la naturalidad escénica debido a la remoción de la vegetación y despalme de la superficie de cambio de uso de suelo aunado a la generación de residuos urbanos y propios de estas actividades, por lo cual se considera un impacto de alta intensidad. A partir de esta etapa se contempla la implementación de un programa de manejo de residuos lo cual mitigará la afectación al escenario escénico que resulte.</p>		
Etapa de construcción	<p>Durante esta etapa la naturalidad escénica ya ha sido impactada significativamente, sin embargo, el escenario cambia debido a las actividades de construcción. Al finalizar esta etapa, con la reforestación de áreas sin vegetación y ajardinamiento se pretende generar un paisaje agradable y con la mayor naturalidad a la vista escénica para sus habitantes.</p>		
Etapa de operación	<p>Con las medidas de mitigación implementadas, el impacto negativo permanece debido a que el paisaje no vuelve a ser el mismo, aunado a esto se integra un generadore de energía eólica de aproximadamente 10 m de altura que sobresaldrán sobre la vegetación generando un cambio en la conformación natural del paisaje por lo que se genera un impacto moderado, continuo y permanente.</p>		

V.4. VALORACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental residual se define como aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Con base a la matriz de importancia se determinó que la mayor parte de los impactos ambientales se presentarán durante la fase de preparación del sitio y construcción, sin

embargo, se consideran como irrelevantes puesto que son de baja intensidad y magnitud, una vez que se aplican las medidas de mitigación propuestas.

De acuerdo al balance global de todas las etapas se tiene un resultado favorable entre los impactos negativos y positivos, dado que en general los impactos negativos son poco relevantes dentro de su contexto, y se contará con la ventaja los impactos benéficos que generaría el proyecto.

Considerando los impactos identificados y las medidas de prevención y mitigación propuestas en la siguiente tabla se describen los impactos residuales.

Tabla 97. Detalles de los criterios de valoración de los impactos generados por el desarrollo del proyecto con respecto a su valor de importancia.

Indicador	Descripción y análisis
Cantidad de suelo	<p>La principal afectación del suelo con respecto a su disminución, es durante la primera etapa del proyecto ya que se retira el suelo correspondiente a la superficie solicitada para cambio de uso de suelo donde se desarrolla vegetación de palmar y vegetación de duan costera. Esta superficie representa el 5.56 % del predio.</p> <p>Se considera un impacto residual con respecto a la superficie que será ocupada por el desplante de la casa durante su etapa operativa. Este impacto se determinó con un valor de importancia <i>Severo (-53) en el 5.91% de la superficie del predio</i>, ya que la extracción se realiza puntualmente en la superficie mencionada.</p> <p>Además, se prevé el rescate de este elemento y su aprovechamiento en áreas verdes del interior del predio, así mismo se considera el enriquecimiento de áreas de ajardinado de un área de 117.89 m² que permita la generación de suelo.</p> <p>Las actividades mencionadas en su conjunto, contribuyen a la mitigación del impacto generado, y mantienen un efecto positivo en el valor de importancia ya que las medidas de mitigación inciden en la disminución de superficies sin vegetación al reforestar áreas impactadas sin vegetación y el ajardinamiento de áreas afectadas dando la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales de manera inmediata para dichas áreas.</p>
Cantidad de agua	<p>La operación del desarrollo prevé volúmenes de agua constantes debido a la demanda permanente para diversos usos propios del mantenimiento de una casa, por lo que será un impacto permanente durante la etapa operativa.</p>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Indicador	Descripción y análisis
	<p>Este impacto puede ser mitigable mediante la implementación de sistemas ahorradores y sistemas generadores atmosféricos de agua, así como de sistemas de captación de agua fluvial y la reutilización de aguas tratadas para servicios de contacto ocasional. Dichas acciones se implementan principalmente durante la etapa operativa del proyecto, a fin de disminuir el uso excesivo de agua, lo cual incide positivamente en la intensidad del impacto y de su valor de importancia.</p>
<p>Escorrentía superficial</p>	<p>Un cambio en las condiciones originales del terreno con respecto a la vegetación, tipo de suelo y pendiente afecta a la escorrentía generada por la precipitación pluvial. Este impacto se origina principalmente durante la etapa de preparación del terreno debido a que se retira la vegetación y el suelo en la superficie con cambio de uso de suelo.</p> <p>Se considera un impacto con un valor de importancia <i>moderado (-38)</i> y permanente durante la operación del proyecto en el que se espera un incremento de acuerdo al gasto de diseño con un periodo de retorno de 10 años de 30.85 l/s (sin proyecto) a 123.42 l/s (con proyecto) (Anexo técnico 7).</p> <p>La reforestación de áreas que actualmente se encuentran sin cubierta forestal y el ajardinado de una superficie de 117.89 m² contribuyen a mitigar el impacto generado, además al ser un área muy pequeña, la escorrentía se modificará únicamente en la zona de desplante de la casa por lo que se considera un impacto puntual con un periodo de tiempo de largo plazo entre la acción y el efecto.</p> <p>Por otra parte, la aplicación de medidas preventivas tales como la construcción sobre pilotes hincados no evitará el flujo de agua entre la parte marina y el sistema lagunar Boca Xamach.</p> <p>La implementación de dichas actividades permite disminuir el valor de importancia del impacto de manera importante, además de que la manifestación del impacto es de largo plazo ya que tiene que está relacionada a eventos de precipitación con una probabilidad de ocurrencia cada 10 años.</p>
<p>Calidad del aire</p>	<p>Existirá un nivel fijo de gases emitidos con una regularidad periódica por los vehículos de los residentes. Debido a esto, la afectación a la calidad del aire se considera permanente durante la etapa operativa del proyecto.</p>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Indicador	Descripción y análisis
	Se considera con un valor de importancia moderado (-28) para el cual no se consideran medidas de mitigación debido a que existen programas para el control de emisiones de automóviles.
Microclima	<p>El cambio en el microclima se genera sobre la porción del suelo desprovisto de vegetación en el cual incide la radiación solar, por lo que el mayor impacto se genera durante el desmonte y despalme.</p> <p>Aunque el valor de importancia es <i>Irrelevante (-15)</i>, se considera un impacto residual ya que el efecto del sol sobre la casa permanecerá durante la etapa operativa del proyecto. Al destinarse el 85.88 % a área de conservación en el predio, no se prevé una modificación impactante en el microclima del predio ya que las características de humedad y calentamiento no se modifican.</p> <p>Además, se espera que el impacto generado disminuya debido a las acciones de reforestación sobre las superficies impactadas y acciones de ajardinado, disminuyendo el reflejo y calor del suelo afectado. Lo cual contribuye positivamente sobre el valor de importancia.</p>
Superficie forestal. Comunidades de especies en la NOM-059-2010	<p>Al interior del predio se registran especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que serán reubicados en áreas de conservación y ajardinado, el impacto se genera únicamente en la etapa de preparación.</p> <p>El valor de importancia es <i>Severo (-53)</i>, debido a que es un impacto de alta intensidad, pero puntual. Se considera un impacto residual con respecto a la superficie de desplante de la obra.</p> <p>De la superficie solicitada para cambio de suelo (421.23 m²) se enriquecerá 117.89 m² para el área ajardinada. El ajardinado se realizará con los individuos rescatados entre los cuales se prevén especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Las actividades mencionadas, en su conjunto contribuyen a la mitigación del impacto generado, además de reducir significativamente el valor de importancia, ya que dichas medidas de mitigación inciden en la disminución de superficie afectada al reforestar otras áreas sin vegetación y el área ajardinada dando la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales de manera inmediata de dichas áreas.</p>
Continuidad del hábitat	La fragmentación es una discontinuidad del hábitat debido al cambio de uso de suelo o que incrementa el efecto de borde y provoca un cambio en la distribución y abundancia de las especies de fauna.

Indicador	Descripción y análisis
	<p>El valor de importancia es <i>Moderado (-29)</i>, y se considera un impacto residual debido a la utilización de la superficie correspondiente al desplante de la casa durante la etapa operativa del proyecto.</p> <p>Actualmente el predio presenta fragmentación debido al camino comunal Tulum-Punta Allen, además de un fragmento impactado sin vegetación y porciones de arenales naturales sobre la duna.</p> <p>Debido a lo cual, el proyecto prevé el enriquecimiento de una superficie del área destinada a conservación que serán 6,508.75m² equivalentes al 85.88 % del predio además de que se contará con 117.89m² de áreas ajardinadas con plantas nativas que contribuirá a mitigar la fragmentación que actualmente existe en el predio, lo cual incidirá positivamente en el valor de importancia.</p>
Naturalidad escénica	<p>Durante la etapa de preparación se contempla el mayor impacto visual escénico debido a la remoción de elementos vegetales, que se recuperará durante las etapas siguientes del proyecto a través de las actividades de reforestación y enriquecimiento. Durante la etapa de operación se construye un nuevo escenario el cual será permanente.</p> <p>Se considera un impacto residual debido a que el paisaje no vuelve a ser el mismo, en esta nueva conformación del paisaje se conservará la naturalidad y la calidad escénica. Para lo cual se realizan actividades de reforestación de áreas impactadas y el ajardinado de la superficie de 117.89 m².</p> <p>Dichas actividades contribuirán en mitigar los efectos causados por las áreas de desplante de la obra, no obstante, se prevé la implementación de un generador de energía eólica de aproximadamente 10 metros de altura, lo cual repercute en la naturalidad escénica.</p> <p>La reforestación y el ajardinado de las áreas afectadas disminuyen de manera importante el valor de importancia determinado en la matriz de importancia (Tabla 87).</p>

V.5 Conclusiones.

El presente proyecto consiste en la construcción de una casa habitación unifamiliar, para el disfrute de los propietarios durante periodos cortos de tiempo, principalmente durante los periodos vacacionales.

De acuerdo al análisis preliminar de los capítulos correspondientes a la descripción del proyecto y análisis del sistema ambiental, se identificaron 12 actividades del proyecto como

agentes posibles de cambio del sistema ambiental a los cuales se les integraron tres actividades preventivas que se desarrollan durante las etapas del proyecto. Se analizaron 8 factores ambientales de acuerdo a 14 elementos indicadores identificados en esta parte metodológica.

De acuerdo al método de matriz de importancia, se registraron un total de 29 impactos positivos y 35 impactos negativos cuya importancia se evaluó conforme a los criterios mencionados en la sección correspondiente a “criterios y técnicas para evaluar impactos ambientales” del presente capítulo. De acuerdo al método utilizado, los valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, los que presentan un valor entre 25 y 50 son moderados, entre 50 y 72 son severos y superior a 75 son críticos.

De los impactos negativos, 9 se clasifican como impactos irrelevantes los cuales el ambiente puede absorberlos sin repercusiones severas y 24 se clasifican como impactos moderados y 2 se consideran impactos severos, estos últimos relacionados a la remoción del suelo y vegetación durante la primera etapa constructiva, otros de mayor importancia son los relacionados a la potencial alteración de la calidad del agua debido a las actividades de operación de maquinaria y de equipo de servicios durante la etapa de construcción en sinergia con la generación de residuos líquidos (aguas residuales) durante la misma etapa y etapa de operación.

Los impactos positivos se relacionan con actividades preventivas cuya implementación se prevé desde antes del inicio de cualquier actividad relacionada durante la etapa de preparación del terreno, estas son referentes al rescate y reubicación de flora y fauna aunado a actividades de reforestación de áreas donde no se incluye el desplante de la obra, al final de la etapa constructiva. Otra de las actividades positivas encaminadas a la prevención de impactos es la relacionada con el manejo adecuado de los residuos generados en el desarrollo del proyecto desde su etapa de preparación hasta la operación del mismo, por medio de un “Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos. Para el documento técnico unificado modalidad “b”-particular”, en la cual se incluyen acciones necesarias para evitar derrames de combustible.

De las actividades que contempla el proyecto, el desmonte y despalme son las principales actividades que repercuten con impactos severos y con un mayor número de factores ambientales entre los cuales se encuentra el suelo, agua, vegetación, fauna, hábitat y paisaje, con una mayor incidencia en suelo y vegetación de acuerdo a los elementos indicadores correspondientes a la cantidad de suelo y superficie forestal respectivamente. Los mayores valores de importancia de estos impactos se caracteriza por ser de alta intensidad debido a la remoción total del suelo y vegetación en superficies con cambio de uso de suelo, sin embargo, son puntuales debido a que solo se verá afectada la parte superficial con cambio de uso de suelo (421.23 m²) que representa el 5.56 % con respecto a la superficie total del predio, en ambos casos es un impacto residual sobre una superficie de 329.97 m² debido a que el resto se destinará a áreas ajardinadas durante la etapa operativa por lo que presenta una periodicidad continua de la manifestación del efecto.

Estos impactos son mitigables ya que la remoción de la vegetación contempla el rescate de individuos para una posterior reforestación en las áreas contempladas para tal fin en el “programa de rescate y reubicación de flora y restauración de área de maniobras casa habitación lote 026-2”. En el caso del suelo removido se utilizará como sustrato para vegetación rescatada en un área de acopio temporal y en su caso será esparcido y utilizado en las áreas destinadas a la reforestación como lo establece el “Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos. Para el documento técnico unificado modalidad “b”-particular”.

De los factores ambientales contemplados el suelo y el agua son los que resultan más afectados de acuerdo a los indicadores de calidad de suelo y agua respectivamente.

Con respecto a la calidad del suelo ésta se verá afectada con un incremento progresivo de la manifestación del efecto identificado desde la etapa de preparación hasta la etapa de operación, a partir de esta etapa la regularidad de manifestación del efecto es de periodicidad continúa, es un impacto mitigable ya que durante la etapa de preparación y construcción se prevé el servicio de sanitarios portátiles por una empresa contratada la cual será responsable de la disposición final de los desechos generados, para la etapa operativa se implementará un sistema de tratamiento de aguas residuales y un humedal artificial.

La calidad de agua es el elemento que indica un impacto de mayor importancia sobre este factor, se caracteriza por un incremento progresivo del efecto durante las etapas del proyecto con mayor importancia durante la ocupación de la vivienda por tener una periodicidad continua y una persistencia permanente, lo cual tendría efectos importantes por la extensión del área teórica del impacto en relación al entorno del proyecto. Las medidas de mitigación se relacionan con la implementación de sanitarios portátiles durante las etapas de preparación y construcción del proyecto y la implementación de un sistema de tratamiento de agua residuales y de un humedal artificial durante la etapa operativa principalmente.

Durante la etapa constructiva, el impacto por residuos líquidos contempla la sinergia del efecto de contaminación por los residuos generados por derrames accidentales de maquinaria y equipo de generación de energía eléctrica a base de combustible diésel con una importancia de intensidad alta y extensiva, sin embargo, es puntual debido a que esta situación solo se presenta durante la etapa de construcción.

Cabe mencionar que el proyecto contempla la implementación de un generador de energía eólica que repercuten en la naturalidad escénica del paisaje, esta actividad tiene un valor de importancia Moderado (-34) de una alta intensidad y de extensión parcial debido a que son estructuras de 10 metros de altura, la vegetación de palmar presenta una altura promedio de siete metros por lo que los generadores sobresaldrán de la vegetación y serán visibles desde el exterior del predio, se considera un impacto de persistencia permanente mientras opere el proyecto.

CAPITULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

VI.1. Justificación Técnica

El Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable indica que la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo y que no se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años.

VI.1.1 No se compromete la biodiversidad.

No se afecta la biodiversidad de la flora.

El proyecto no compromete la diversidad local o del sistema ambiental donde se localiza el predio dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar ya que la vegetación está compuesta principalmente de vegetación de Palmar del tipo arbóreo, arbustivo y herbáceo por lo que se garantiza la permanencia y distribución en el ecosistema de las especies de Palmar registradas en este estudio.

Tomando como base los resultados obtenidos de la caracterización del predio y de la cuenca sobre los índices de valor de importancia, se presenta un análisis comparativo entre el IVI de la cuenca y el IVI del predio, así como los índices de Shannon, donde se pretende establecer el área sujeta al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, arrojando la siguiente información:

ESTRATO ARBÓREO

Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo. - A continuación, se presenta la comparación entre el IVI del estrato arbóreo en el ecosistema de la cuenca y el IVI del predio, nos arroja que presentan una composición florística similar, se observa que 3 de las 6 especies que se encuentran en el ecosistema de la cuenca se presentan en el área sujeta al cambio de uso de suelo.

Tabla 98. IVI del estrato arbóreo de la cuenca y del predio.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI Cuenca	IVI Predio
1	Arbóreo	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	9.147	---
2	Arbóreo	Ciricote	<i>Cordia sebestena</i>	11.838	---
3	Arbóreo	Uva de mar	<i>Cocolova uvifera</i>	63.702	88.899
4	Arbóreo	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	112.037	---
5	Arbóreo	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	9.610	78.954
6	Arbóreo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	93.665	221.045

Las especies *Bursera simaruba*, *Cordia sebestena*, *Metopium brownei*, sólo se registrarán en la cuenca, por lo tanto, estas no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas ni afectadas por las actividades dentro del predio.

En cuanto a las especies de *Cocos nucifera*, *Cocolova uvifera* y *Thrinax radiata*, presentan un valor de importancia mayor en el predio que en la cuenca, lo cual se debe principalmente a que en el predio solo se registraron 3 especies en el estrato arbóreo mientras que en la cuenca se registraron 6 especies por lo cual los índices en la cuenca disminuyen, sin embargo estas especies no están en riesgo ya que están bien representadas en la cuenca, así mismo dentro del predio se conservara el 85.88 % del predio por lo cual estas especies se conservaran en el ecosistema.

Sin embargo, para contrarrestar la ejecución del cambio de uso de suelo se ejecuta un Programa de Rescate de Flora donde estarán incluidas ambas especies y al ser palmas será mucho más fácil su rescate y reubicación, sin dejar de lado el hecho de que la Palma chit (*Thrinax radiata*) es una especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo tanto, aplicando este programa se compensara la afectación realizada a las mismas, ya que estas especies no serán eliminadas solo reubicadas.

Tabla 99. Índice de diversidad de Shannon-Wiener de la cuenca y del predio sujeto a CUSTF.

Estrato arbóreo Ecosistema de la sistema ambiental		Estrato arbóreo Área del CUSTF	
Riqueza S=	6	Riqueza S=	3
H' calculada=	1.297	H' calculada=	0.485
H max = Ln S=	1.792	H max = Ln S=	1.099
Equidad (j) = H/Hmax=	0.724	Equidad (j) = H/Hmax=	0.442
H max - H calculada=	0.495	H max - H calculada=	0.614

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arbóreo del sistema ambiental se presenta un índice de diversidad de 1.297, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es 0.485.

Asimismo, en el sistema ambiental se presenta una equidad de 0.724 mientras que el predio sujeto al CUSTF de 0.442, esto nos dice que todas las especies son más probables de

encontrar en el sistema ambiental que en el predio, con lo cual se comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo será eliminada.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato arbóreo, se determina que el sistema ambiental es más diverso que en el área de cambio de uso de suelo.

ESTRATO ARBUSTIVO

Índice de Valor de Importancia

Comparación entre el IVI del estrato arbustivo del ecosistema del sistema ambiental y el IVI del predio, nos arroja que presentan una composición florística similar, se observa que 3 de las 4 especies que se encuentran en el ecosistema de la cuenca se presentan en el predio, mientras que 1 especie se registra en el predio, pero no en la cuenca.

Tabla 100. IVI del estrato arbustivo de la cuenca.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI del sistema ambiental	IVI Predio
1	Arbustivo	Jicaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	36.507	---
2	Arbustivo	Katsin eek	<i>Pithecellobium keyense</i>	44.047	---
3	Arbustivo	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	---	60.606
4	Arbustivo	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	40.079	69.697
5	Arbustivo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	179.365	169.697

Las especies de *Chrysobalanus icaco*, *Pithecellobium keyense* sólo se registraron en el sistema ambiental, por lo tanto, estas no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas ni afectadas por las actividades dentro del predio.

Respecto a la especie de *Thrinax radiata* presenta menor valor de importancia en el predio, que en sistema ambiental por lo cual no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan en el predio de interés y con mayor índice de valor de importancia en el sistema ambiental.

En cuanto a las especies *Coccoloba uvifera* y *Cocos nucifera* presentan un índice de valor de importancia más alto en el predio que en el sistema ambiental, lo cual es resultado de la diferencia en el número de especies ya que entre menos especies se incrementa en valor de importancia por especie, sin embargo, si se comparan los valores de estas especies entre ambos sitios se puede observar una relación equitativa siendo ampliamente representadas en el sistema ambiental en otros estratos, lo cual garantiza que estas especies no serán eliminadas del ecosistema. Así mismo se debe considerar que se ejecutara un programa de rescate de flora en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo, donde se incluirán

todas las especies que presentaron un índice de valor de importancia mayor en el predio que en el sistema ambiental, con lo cual se compensara la afectación a estas especies.

Tabla 101. Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Estrato arbustivo Área del CUSTF		Estrato arbustivo Ecosistema del sistema ambiental	
Riqueza S=	3	Riqueza S=	3
H' calculada=	0.910	H' calculada=	0.843
H max = Ln S=	1.099	H max = Ln S=	1.099
Equidad (j) = H/Hmax=	0.828	Equidad (j) = H/Hmax=	0.767
H max - H calculada=	0.189	H max - H calculada=	0.256

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arbustivo del sistema ambiental se presenta un índice de diversidad de 0.910, resultando menor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es 0.843, lo cual no indica que el sistema ambiental es mas diverso, sin embargo será importante ejecutar el programa de rescate de flora para garantizar la permanencia de todas las especies en el predio y en el sistema ambiental.

Asi mismo se debe considerar que dentro del predio se conservara el 85.88% del predio, con lo cual se garantiza que todas las especies del predio permanecerán en el ecosistema una vez ejecutado el cambio de uso de suelo.

ESTRATO HERBÁCEO

Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo

A continuación, se presenta la comparación entre el IVI del estrato herbáceo en el ecosistema del sistema ambiental y el IVI del predio, lo cual nos arroja que presentan una composición florística abundantes, ya que en el sistema ambiental se observan 4 especies que no se registraron en el predio, mientras que en el predio se observan 3 especies que no se registraron en el sistema ambiental.

Tabla 102. IVI del estrato arbustivo de la cuenca

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI del sistema ambiental	IVI Predio
1	Herbáceo	Coco	Cocos nucifera	52.907	---
2	Herbáceo	Jicaco	Chrysobalanus icaco	59.012	---
3	Herbáceo	Uva de mar	Coccoloba uvifera	57.558	---
4	Herbáceo	Katsin eek	Pithecellobium keyense	130.523	---
5	Herbáceo	Chit	Thrinax radiata	---	184.8485

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

6	Herbáceo	Kaniste	Pouteria campechana	---	39.3939
7	Herbáceo	Ciricote	Cordia dodecandra	---	64.583

En el caso de las especies del estrato herbáceo como son la *Cocos nucifera*, *Chrysobalanus icaco*, *Coccoloba uvifera* y *Pithecellobium keyense* sólo se registraron en el sistema ambiental, por lo tanto estas especies no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas ni afectadas por las actividades dentro del predio.

En cuanto a las especies *Thrinax radiata*, *Pouteria campechana* y *Cordia dodecandra* del estrato herbáceo, estas solo se presentan en el predio y no en el sistema ambiental, sin embargo, esto no indica que no existan en el sistema ambiental, ya que se presentan representadas en los otros estratos de la vegetación, lo que nos indican estos resultados es que dentro del predio se llevan a cabo procesos diferentes de crecimiento y desarrollo, sin embargo al final todas las especies se desarrollan en el sistema ambiental.

Como ya se indicó anteriormente se ejecutará un Programa de Rescate y reubicación de flora donde se incluirán estas dos especies como medida para garantizar su permanencia en el ecosistema, así mismo para todas las especies de los tres estratos de la vegetación se ejecutarán las medidas de mitigación y las acciones que se propondrán posteriormente para garantizar la conservación de todas las especies de flora en el ecosistema.

Tabla 103. Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Estrato arbustivo Ecosistema del sistema ambiental		Estrato arbustivo Área del CUSTF	
Riqueza S=	4	Riqueza S=	3
H´calculada=	1.266	H´calculada=	0.656
H max = Ln S=	1.386	H max = Ln S=	0.693
Equidad (j) = H/Hmax=	0.913	Equidad (j) = H/Hmax=	0.947
H max - H calculada=	0.121	H max - H calculada=	0.037

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato herbáceo del sistema ambiental se presenta un índice de diversidad de 1,266, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es 0.656 debido que solo se registraron tres especies en este estrato dentro del predio.

Asimismo, el sistema ambiental presenta una equidad de 0.913 mientras que el predio sujeto al CUSTF de 0.947, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo y el sistema ambiental presentan una equidad similar, que al final nos indica que cada una de las especies de ambos sitios presentan un porcentaje de más del 90% de ser encontradas en ambos sitios.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato herbáceo, se determina que el ecosistema del sistema ambiental es más diverso que en el área de cambio

de uso de suelo, entonces ninguna de las especies será eliminada o afectada irremediablemente por el CUSTF.

VI.1.2. No se compromete la fauna.

Con el objeto de demostrar que la remoción de la vegetación de suelo forestal no comprometió ni comprometerá la diversidad de las especies de fauna silvestre, se determinó el índice de diversidad de Shannon-Wiener para las especies de cada grupo faunístico y poder comparar los resultados con los datos del área donde se realizará la remoción de la vegetación, obteniéndose lo siguiente:

Tabla 104. Comparativo de los índices de diversidad del área del proyecto y el sistema ambiental donde se ubica el proyecto.

No .	Grupo	Especie	Nombre Común	Índice de diversidad del sistema ambiental	índice de diversidad Predio
1	Anfibio	Ranita arboricola amarilla	<i>Hyla ebraccata</i>	0.0666	---
2	Anfibio	Rana	<i>Lithobates berlandieri</i>	0.1295	---
3	Ave	Chorlo	<i>Charadrius vociferus</i>	0.1108	---
4	Ave	Chorlo de collar	<i>Charadrius wilsonia</i>	0.0900	0.2370
5	Ave	Calandria	<i>Icterus cucullatus</i>	0.0666	0.1550
6	Ave	Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>	0.1623	0.2914
7	Ave	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	0.1465	---
8	Ave	Pelicano	<i>Pelecanus occidentalis</i>	0.2030	---
9	Ave	Colibri	<i>Amazilia rutila</i>	0.0389	---
10	Ave	Garzon cenizo	<i>Ardea herodias</i>	0.0389	---
11	Ave	Playerito	<i>Calidris alba</i>	0.0900	---
12	Ave	Playero pihuihui	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	0.0666	---
13	Ave	Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>	0.0389	0.2370
14	Ave	Garza dedos dorados	<i>Egretta thula</i>	0.1295	---
15	Ave	Fragata	<i>Fregata magnificens</i>	0.0389	0.3280

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

No .	Grupo	Especie	Nombre Común	Índice de diversidad del sistema ambiental	índice de diversidad Predio
16	Ave	Negrito	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	0.0389	---
17	Ave	Cormoran	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0.1108	---
18	Mamífero	Tlacuache	<i>Didelphys virginiana</i>	0.0666	---
19	Mamífero	Tejon	<i>Nasua narica</i>	0.1623	---
20	Mamífero	Mapache	<i>Procyon lotor</i>	0.0666	---
21	Mamífero	Rata de campo	<i>Sigmodon hispidus</i>	0.0900	0.3513
22	Reptil	Toloc	<i>Basiliscus vittatus</i>	0.1108	---
23	Reptil	Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	0.2642	0.1550
24	Reptil	Toloc	<i>Norops sagrei</i>	0.1904	0.1550
25	Reptil	Merech	<i>Sceloporus cozumelae</i>	0.2260	---
26	Reptil	Lagartija espinosa	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	0.2149	---
				2.9582	1.8414
				<p>El índice de diversidad de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.9582 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 3.258, lo cual nos da un índice de equidad de 0.908, esto indica que las 26 especies de fauna del área sujeta al cambio de uso de suelo, presenta cada una el 90% de probabilidad de ser encontradas en el sitio. Es importante señalar que, de las 26 especies de fauna, 4 se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>El índice de diversidad de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.9197 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.0794, lo cual nos da un índice de equidad de 0.9184, esto indica que las 8 especies de fauna del área sujeta al cambio de uso de suelo, presenta cada una el 91% de probabilidad de ser encontradas en el sitio. Es importante señalar que, de las 8 especies de fauna, una se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual es la <i>Ctenosaura similis</i>.</p>

Considerando los datos presentados de fauna silvestre, el promovente ha manifestado que en el sistema ambiental existe una mayor riqueza de especies y que todas las especies identificadas en el predio se distribuyen de manera abundante en el sistema ambiental, por lo cual las actividades de remoción de vegetación, construcción y operación del proyecto no generaron ningún impacto en la fauna del sitio ni de en el sistema ambiental.

Los efectos provocados por el desmonte serán relativamente pocos; en el análisis espacial de las áreas donde la fauna silvestre podría desplazarse por la acción del cambio de uso desuelo, se definió una superficie de 0.651 has de vegetación dentro del mismo predio, misma que representa el 85.88% del predio que será conservado, esta superficie no será fraccionada por el desmonte de 0.042 hectáreas y permitirá la continuidad de los corredores de la fauna dentro del predio hacia los predios colindantes.

Ahora bien las especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se localizan en el predio Iguana rayada (*Ctenosaura similis*) es un especie de reptil que de igual forma se desplaza fácilmente hacia otras zonas de vegetación, debido a que esta especie de igual forma se localizo en el muestreo realizado en el sistema ambiental.

VI.1.3. No se provoca la erosión del suelo

De acuerdo con la carta de suelos del INEGI, el predio se ubica dentro de la distribución del Regosol, con una textura arenosa-franca fina o más gruesa en la totalidad de los primeros 50 cm con poco contenido de materia orgánica.

De acuerdo con la zonificación de tierras frágiles en México, la SEMARNAT señala que en la zona costera de Quintana Roo no existen áreas con degradación, clasificándola sin degradación aparente.

En el análisis de riesgo de erosión realizado y de las curvas de nivel del terreno, el resultado de la pendiente existente en el predio fue de 6 %; considerando los parámetros de la pendiente del INEGI, la inclinación de la pendiente en grado que va de 0 a 6 grados se consideró ligera. Como es de observarse de acuerdo a las condiciones del predio tiene poca susceptibilidad a la erosión tanto eólica como hídrica.

La orografía de la península de Yucatán, no contempla un alto riesgo de erosión por arrastre de suelo a causa de agua y la gran capacidad de regeneración de la selva representa una ventaja en el riesgo de erosión por causa del viento, sin embargo, es de reconocerse que una de las desventajas de los suelos de la península es que son de una casi inexistente capa de materia orgánica y pedregosos, por la presencia de la vegetación así como las características de las mismas que en épocas de lluvias cuentan con abundante follaje y que

este follaje cae al suelo durante los meses de sequía, el suelo se enriquece por la descomposición convirtiéndose en materia orgánica; de la misma manera, el sistema radicular vegetativo ayuda a evitar la erosión producida por el agua o por el viento.

A pesar de las condiciones que se presentan para la Península de Yucatán se realizó un análisis de erosión hídrica para el área sujeta a cambio de uso de suelo con base a la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo así como la determinación de la erosión eólica, química y física.

Erosión hídrica

Actualmente la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que corresponde a 0.060 has se encuentra cubierta de vegetación forestal, por lo cual el objetivo de este apartado será determinar la erosión que se podría presentar en esta zona Utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).

Con base en los resultados de erosión que se generen se propondrán diversas estrategias, con el objetivo de que una vez que el proyecto se instale en la zona se reduzca esta erosión del terreno.

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), que ha mostrado ser un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial y que se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. (CONAFOR, 2010).

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación. (CONAFOR, 2010).

Para estimar la erosión del suelo se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C \quad (3-1)$$

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación

Para utilizar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que ha permitido a nivel nacional hacer un uso adecuado de este modelo predictivo. (CONAFOR, 2010).

La erosión potencial se estima como:

$$E_p = R K L S \quad (3-2)$$

Los factores se consideran como inmodificables.

La erosión actual se estima utilizando la ecuación (3-1), que considera los factores inmodificables R , K , LS y los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo del suelo y la vegetación son que se pueden modificar para reducir las pérdidas de suelo. (CONAFOR, 2010).

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada uno de las variables; sin embargo, la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en este apartado se presentará una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país. (CONAFOR, 2010).

Erosividad de la lluvia R .-

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de la energía cinética:

$$E_c = mz^2/2 \quad (3-3)$$

Dónde:

m es la masa de lluvia y velocidad de caída de las gotas de lluvia.

Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería o sea el valor de Erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como $E_c = 0.119 + 0.0873 \log 10 I$ donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de E_c y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. (CONAFOR, 2010). La suma de estos valores de $E_{I_{30}}$ en un año da el valor de R .

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia, por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS ver en la siguiente tabla. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país como se muestra en la siguiente Figura.

Tabla 105. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la Lluvia en la República Mexicana

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
II	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Región	Ecuación	R2
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

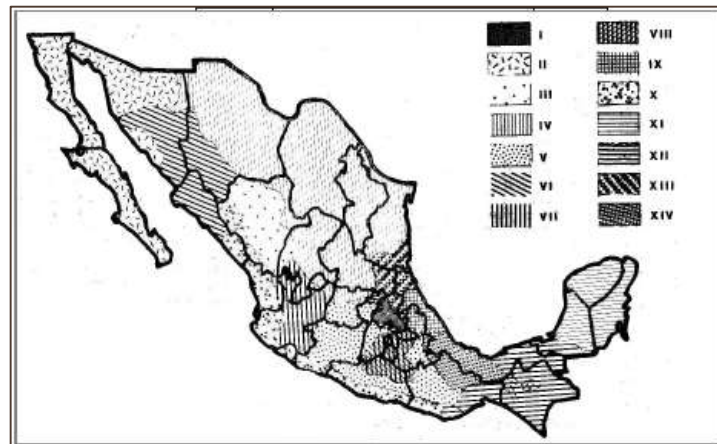


Figura 72. Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana.

Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación anual y con un modelo lineal muy simple de estimarlo. Para estimar el valor de Erosividad para la región de Quintana Roo se puede aplicar la ecuación de la región XI que se presenta a continuación:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2 \quad (3-4)$$

Dónde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr
p = Precipitación media anual de la región.

Si la precipitación media de la región es de 1300 mm anuales, entonces el valor de R sería.

$$R = 3.7745 (1300) + 0.004540 (1300)^2$$

$$R = 12579.45 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Erosionabilidad del suelo (K).-

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. CONAFOR, 2010.

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso de la siguiente tabla, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de Erosionabilidad (K). (CONAFOR, 2010).

Tabla 106. Valores de Erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

El suelo del área propuesta para el Cambio de Uso de Suelo, corresponde a un Regosol (conforme a la carta edafológica del INEGI, 2002-2007), que son suelo con una textura arenosa-franca fina o más gruesa en la totalidad de los primeros 50 cm con poco contenido de materia orgánica, por lo tanto el **valor de K de 0.016**, en virtud de que es un área que no cuenta con abundante materia orgánica.

Es importante destacar que a medida que el valor de K aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse. (CONAFOR, 2010).

Longitud y Grado de pendiente (LS).-

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente por lo que para estimar este valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo de tal forma que:

$$S = (H_f - H_i) / L$$

(3-5)

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

Hf = Altura más alta del terreno (m).

Hi = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Si el nivel de la parte alta es de 7 msnm y la elevación en la parte baja es de 1 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 6 m. Si la longitud del terreno es de 80 m entre la más alta y la más baja, entonces la pendiente media del terreno sería de:

$$S = ((6.5 - 1) / 65) * 100$$

$$S = 0.075 * 100 = 8.5 \%$$

Si conocemos la pendiente y la longitud de la pendiente, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2) \quad (3-6)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente.

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor se ajusta a 0.5 para pendientes más acusadas (superiores al 5%) (Wischmeier y Smith, 1978.)

Si consideramos los valores de longitud de la pendiente de 65 m, la pendiente media del terreno de 8.5 % y m de 0.5, se puede estimar el valor de LS resolviendo la Ecuación 3-6 de la siguiente forma:

$$LS = (65)^{0.5} [0.0138 + 0.00965 (8.5) + 0.00138 (8.5)^2]$$

$$LS = 8.06 [0.0138 + 0.082 + 0.00138 (72.25)]$$

$$LS = 8.06 [0.0138 + 0.082 + 0.099]$$

$$LS = 8.06 [0.194]$$

$$LS = 1.57$$

Estimación de la erosión potencial si el terreno no presentara vegetación.-

Considerando que R es igual a **12579.45**, que K es igual a 0.016 y que LS es igual a 1.57 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (2), de la siguiente manera:

$$E = R K LS$$

$$E = (12579.45) (0.016) (1.57)$$

$$E = 315.99 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 315.99 toneladas por ha por año, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 31.5 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. (CONAFOR, 2010).

Estimación de la erosión actual en el predio.-

Para estimar la erosión anual del terreno es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión de tal forma que si a la ecuación 2 le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la ecuación. (CONAFOR, 2010).

Factor de protección de la vegetación (C).-

El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con alta cobertura vegetal. Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 107. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno existe un **bosque natural de buena productividad** (cobertura vegetal) conforme a los estudios de campo, entonces el valor de C sería de 0.001 que sustituyendo quedaría:

$$E = R K LS C$$

$$E = (12579.45) (0.016) (1.57) (0.001)$$

$$E = 0.31 \text{ t/ha año.}$$

Esto indica que la erosión no se presenta en su estado actual donde prácticamente nula, ya que el resultado es muy inferior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año. (CONAFOR, 2010).

Estimación de la Erosión en la superficie del Cambio de Uso de Suelo del proyecto.-

Tomando en cuenta que el cambio de uso de suelo es la remoción total o parcial de la vegetación, podemos inferir que en esta zona se presenta una erosión de 315.99 t/ha/año, ya que es la que se presenta en el predio si no se cuenta con cobertura vegetal, por lo tanto si solo se desmontaran 0.042 ha de vegetación forestal se tiene que se generaría una erosión de 13.27 t/año de lo que indica que la erosión que se presentara en el área sujeta al Cambio de Uso de Suelo sería moderada de acuerdo con la clasificación de la Erosión hídrica potencial de suelos según nivel, 2002 de la SEMARNAT.

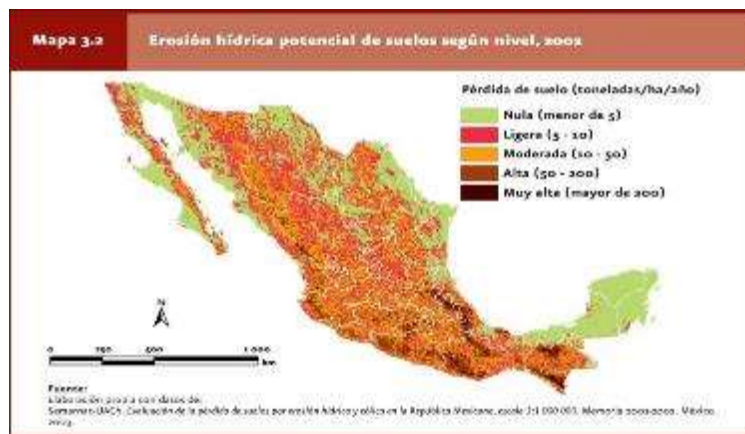


Figura 73. Erosión hídrica potencial de suelos

Sin embargo, es importante aclarar que esta erosión se presentaría sólo si no se aplicaran medidas preventivas o de mitigación durante la etapa de remoción de vegetación, ya que ésta se presentara sólo si el terreno quedara totalmente desprovisto de vegetación durante todo el año, y dado que el proyecto se desmontará de manera paulatina, además de que la superficie a desmontar 421.23 metros cuadrados, que corresponde al 5.56% de la superficie total del predio, además el proyecto será piloteado, a esto se suma la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, por lo tanto, podemos concluir que no habrá erosión en el terreno.

Erosión eólica

Este mapa ilustra la erosión eólica potencial de cada zona del país a un escala de 1:1,000,000 por lo cual se generalizan muchas de la superficies. Sin embargo, el mismo documento en secciones posteriores muestra el mapa de erosión eólica del suelo a una escala 1:250 000 que muestra más claramente los resultados del estudio, así mismo se indica que este mapa se produjo a partir de los resultados obtenidos del estudio indicando lo siguiente:

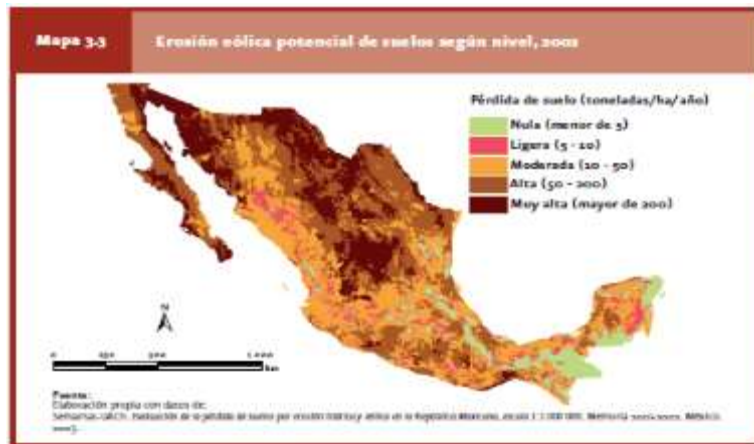


Figura 74. Erosión eólica de México.

La erosión eólica afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Las causas de la erosión eólica también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a niveles bajos de humedad y a la destrucción de la estructura del suelo. En escala nacional, 9.5% del territorio muestra evidencias de erosión eólica. Las entidades más afectadas son Chihuahua (28.5%), Tlaxcala (26%), Nuevo León (18.9%) y Durango (17.9%). En Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán no se encontró evidencia de este tipo de erosión.



Figura 75. Erosión eólica

Así mismo INEGI 2014²⁰, indica que la Erosión eólica sucede cuando el agente causal de la erosión es el viento en diversas formas como remolino, tolvaneras o tornados. La superficie nacional afectada es de 46,779.32 km² (2.41%).

Con base en lo anterior se establece que en el terreno no se presenta erosión eólica por los siguientes argumentos:

1. La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo que corresponde a 0.042 has, y quedará rodeada de la vegetación conservada, la cual formara una especie de barrera rompe viento que evitara que en las áreas desmontadas se genere erosión eólica.
2. De acuerdo al estudio de la SEMARNAT 2008¹, Quintana Roo no presenta zonas afectadas por erosión eólica, lo cual es congruente ya que la mayor parte del estado se encuentra cubierta por vegetación.

Erosión Química

Conforme al estudio de la SEMARNAT 2008¹, se indica que la degradación química consiste en la siguiente:

La degradación química es el proceso de degradación del suelo más extendido en el país (17.8% del territorio). Está presente en todas las entidades; pero la más afectada es Yucatán (55.1%), y las menos afectadas son Baja California Sur, Coahuila, Baja California y Sonora, donde la superficie con degradación química no excede 5.5% de su territorio.

La degradación química en el nivel ligero representa 55% de la superficie nacional con degradación química; la moderada, 43.2% y la fuerte y extrema en conjunto, 1.8%.

El tipo dominante en la degradación química fue la disminución de la fertilidad del suelo (92.7% del total de superficie afectada con degradación química en el país) originada por la disminución de los elementos minerales y de la materia orgánica disponible en el suelo. Este tipo de degradación se encuentra presente en más de la mitad de Yucatán, y en casi la tercera parte de Tlaxcala, Chiapas, Morelos, Tabasco y Veracruz. Los otros tipos específicos de degradación química (polución, salinización y eutrofización) están mucho menos extendidos, ocupando en conjunto 7.3% de la superficie con degradación química del país.

²⁰ INEGI. Boletín de prensa NÚM. 295/14, Erosión de Suelos en México, 2014.



Figura 76. Niveles de Erosión química



Figura 77. Tipos de Erosión química.

La degradación química del suelo por polución se debe a la presencia, la concentración y el efecto biológico adverso de algunas sustancias. Éstas pueden provenir de tiraderos a cielo abierto, derrames, residuos industriales, deposición de compuestos acidificantes y/o metales pesados.

La salinización o alcalinización es un incremento del contenido de sales en el suelo superficial que provoca, entre otras cosas, la disminución del rendimiento de los cultivos. Se presenta principalmente en las zonas áridas, en las cuencas cerradas y en las zonas costeras que tienen suelos naturalmente salinos. Los sistemas de riego que utilizan agua con una alta concentración de sodio pueden ocasionar la formación de una capa de salitre en la superficie de los suelos con drenaje deficiente, riego excesivo o alta evaporación.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

La eutrofización es el exceso de nutrimentos en el suelo que perjudica el desarrollo de la vegetación. La polución, salinización y eutrofización se encuentran principalmente en Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz y Zacatecas.

Las causas de la degradación química del suelo involucran una amplia gama de actividades industriales y agrícolas, entre las que se encuentran los derrames de hidrocarburos, la aplicación excesiva de fertilizantes y pesticidas, el mal manejo de materiales, residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos. En el caso de la disminución de la fertilidad, ésta se produce cuando la entrada de nutrimentos, ya sea por fertilización química o biológica o por la conservación de residuos de la cosecha, es menor a su salida en forma de los productos de las cosechas, por las quemadas y las lixiviaciones.

La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que corresponde a 421.234m² (0.042ha) se encuentra cubierta de vegetación forestal en buen estado de conservación.

Con base en lo anterior se presenta la siguiente tabla donde se indica si se presenta erosión química en el área solicitada para el cambio de uso de suelo y si se presentara una vez ejecutado el cambio de uso de suelo, clasificándola por cada una de los 4 tipos de erosión química existentes:

Tabla 108. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF

Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de erosión Química	Condición del terreno antes del CUSTF	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo y posterior al mismo.
Disminución de la fertilidad	No se presenta ya que la vegetación en el predio ha mantenido su naturalidad casi por completo, limitada en su desarrollo siempre por la construcción del camino vecinal Tulum-Punta Allen.	Ésta no se presentará ya que el 86.7% de las especies presentes en el área de cambio de uso de suelo corresponde a Palmas Chit que serán rescatadas y reubicadas, por lo cual la fertilidad del sitio no se perderá, ya que solo se desplazara a otra parte del predio.
Por polución	No se presenta ya que no se desarrolla ninguna actividad industrial comercial o urbana en el predio por lo cual no se puede generar derrames de sustancias.	Ésta no se presentará durante la ejecución del Cambio de Uso de Suelo debido a que toda la obra será construida manualmente, sin la utilización de maquinaria que pudiera generar derrames. Sin embargo, durante la ejecución del proyecto se establecerá un adecuado control de estas sustancias químicas y el mantenimiento adecuado del equipo

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF		
Tipo de erosión Química	Condición del terreno antes del CUSTF	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo y posterior al mismo.
		mecánico, con el fin de evitar fugas o derrames de las mismas.
Por Salinización o Alcalinización	No se presenta ya que no se desarrollan actividades agrícolas en el predio, no es una zona árida y no son suelos inundables por aguas saladas que provoquen la salinización del suelo.	No se presentará, ya que no se desarrollaran actividades agrícolas en el proyecto, no es una zona árida y no son suelos inundables.
Por eutrofización	No se presenta ya que no se desarrolla ninguna actividad que aporte un excedente de nutrimentos al suelo.	No se presentará, ya que el proyecto no desarrolla ninguna actividad que aporte un excedente de nutrimentos al suelo.

Erosión Física.

Conforme al estudio de la SEMARNAT 2008¹, se indica que la degradación física consiste en la siguiente:

La degradación física del suelo se presenta en cinco tipos específicos: compactación, encostramiento, anegamiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva.

- La compactación es la destrucción de la estructura del suelo asociada frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso frecuente de maquinaria pesada, provocando la ruptura de los agregados del suelo.
- En el encostramiento, los poros se rellenan con material fino, lo que impide la infiltración del agua de lluvia, con el consecuente incremento del volumen de las escorrentías superficiales y la erosión hídrica.
- El anegamiento se debe a la presencia de una lámina superficial de agua sobre el suelo, frecuentemente asociada a la construcción de represas para riego.
- El caso contrario al anegamiento es la disminución de la disponibilidad de agua, que se origina por su extracción excesiva con fines agrícolas o de suministro a la población.

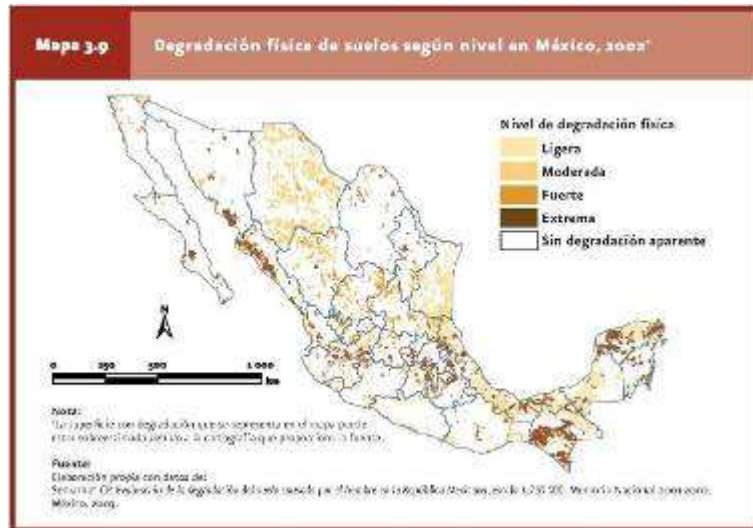


Figura 78. Degradación física.

De los tipos específicos de degradación física, la compactación, y la pérdida de la función productiva fueron las más extendidas (4% y 1.3%, respectivamente de la superficie nacional con degradación).

La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que corresponde a 421.23m² (0.042 has) se encuentra cubierta de vegetación forestal en buen estado de conservación.

Con base en lo anterior se presenta la siguiente tabla donde se indica si se presentara erosión química en el área solicitada para el cambio de uso de suelo y si se presentara una vez ejecutado el cambio de uso de suelo, clasificándola por cada una de los 4 tipos de erosión química existentes:

Tabla 109. Erosión física presente en el predio y en el área de CUSTF

Tipo de causa de erosión Física	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
Compactación	Actualmente no se presenta ya que la superficie solicitada presenta una cobertura vegetal en buen estado de conservación.	No se presentará ya que el proyecto se instalará sobre pilotes que evitara la excavación y compactación de suelo del área solicitada para el cambio de uso de suelo.
Encostramiento	Actualmente no se presenta ya que el terreno presenta una cobertura forestal en buen estado de conservación en toda la superficie del predio	No se presentará ya que el proyecto será piloteado.

Tipo de causa de erosión Física	Condición actual del terreno	Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo
Anegamiento	Esta no se presenta en el predio ya que no existen zonas inundables dentro del mismo.	Ésta no se presentará en el predio ya que no existen zonas inundables dentro del mismo.
Disminución de la disponibilidad de agua	No se presenta ya que actualmente no se extrae agua del predio para abastecimiento de poblaciones urbanas y no se desarrollan actividades agrícolas.	No se presentará ya que no se extrae agua del predio para abastecimiento de poblaciones urbanas y no se desarrollan actividades agrícolas. De igual forma a futuro la vivienda solo estará habitada por un máximo de 4 personas a la vez, por lo cual si se llegara a extraer agua del suelo por medio de un pozo el consumo sería mínimo, por lo cual no se provocaría disminución de este recurso.

VI.1.4. No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

EN CUANTO A CANTIDAD

La captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. La cosecha de agua de mantos acuíferos es muy intensa en algunas regiones, sobre todo en aquellas localizadas en zonas áridas o semiáridas con distritos de riego, por el contrario, la mayor parte de los estados ubicados a lo largo de las llanuras costeras no tienen problemas de desequilibrios entre su extracción y la recarga de acuíferos, lo que implica que en estas regiones el costo de oportunidad del bosque como capturador de agua es muy bajo.

En la zona en la que se ubica el predio, el acuífero subyacente es de tipo costero de alta permeabilidad, bajo gradiente hidráulico y nivel freático casi estable. Se ubica en la Región Hidrológica Yucatán Este, dentro de la Cuenca Quintana Roo.

La recarga de acuíferos ocurre a través de los volúmenes infiltrados y los flujos subterráneos se convierten en descargas hacia el mar y los sistemas lagunares.

Se considera que el flujo de agua subterráneo está a poca profundidad, ya que aflora ocasionalmente en cenotes y lagunas intermitentes. En la región, el 80 % del agua pluvial es evaporada y casi el 20 % contribuye a la recarga de los acuíferos.

El acuífero subterráneo, formado por lo general por calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene un espesor máximo del orden de 400 m. La profundidad del nivel

estático va de 20 a 50 m hacia su interior y disminuye a menos de un metro en las costas (INEGI, 2005).

La recarga del acuífera tiene lugar durante los meses de mayo a octubre y es originada principalmente por las lluvias de mayor intensidad. En general, la elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorecen la renovación del acuífero

Con los antecedentes anteriores tomando los resultados obtenidos en el capítulo de los servicios ambientales, se tiene que el escurrimiento anual del área de ubicación del proyecto se establece en la siguiente tabla:

Tabla 110. Erosión física presente en el predio y en el área de CUSTF

Uso	Uso de suelo final	Superficie (m ²)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m ³)	%
Superficies impermeables del proyecto (toda superficie cubierta por algún tipo de estructura)	Habitacional	282.768	A	0.07	0.037	13.51	3.73
Superficie permeables	Vegetación forestal, camino Tulum - Punta Allen y arenal natural	7,296.153	A	0.07	0.037	348.57	96.27
Total		7,578.920				362.08	100.00

Con base en este volumen de escurrimiento se determinará la infiltración de agua al subsuelo, aunque la NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006), se determinara la infiltración presente en todo el predio y la que se perderá tras la ejecución del cambio de uso de suelo con la instalación de las obras que generarán áreas impermeables, obteniendo los siguientes resultados:

$$I = P - VolESC$$

Dónde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m³),

Dónde: P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (m²)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m³)

Calculo de P para el predio de 7,578.920 m²

$$P = 1.30 \text{ m} * 362.08 \text{ m}^2$$

$$P = 470.704 \text{ m}^3$$

Calculo de P para las áreas impermeables tras la ejecución del CUSTF de 282.768 m2

$$P = 1.30 \text{ m} * 13.51 \text{ m}^2$$

$$P = 17.563 \text{ m}^3$$

Por lo tanto la Infiltración actual en el predio seria de:

Se considera el volumen de escurrimiento anual para el total del predio que fue de 362.08 m³, por lo tanto, el valor de la infiltración actual del predio es de:

$$I = P - Vol/ESC$$

$$I = 470.704 \text{ m}^3 - 362.08 \text{ m}^3$$

$$I = 108.624 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, la Infiltración del área impermeable de la superficie sujeta al CUSTF seria de:

Se considera el volumen de escurrimiento anual para las áreas impermeables del proyecto estimado es de 13.51 m³, por lo tanto el valor de la infiltración actual del predio es de:

Por lo tanto la infiltración seria:

$$I = P - Vol/ESC$$

$$I = 17.563 \text{ m}^3 - 13.51 \text{ m}^3$$

$$I = 4.053 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, la infiltración en el sitio por la implementación del proyecto al convertirse en zona urbana disminuirá su captación de agua en un volumen aproximado de 4.053 m³ anuales, es decir, un 3.73% menos de lo que teóricamente se captaría con la cobertura de la vegetación forestal, por lo tanto se concluye que esta pérdida será puntual y no significativa, ya que se conservarán 0.651 ha del predio lo que representa el 85.88% del terreno que permitirá seguir el proceso de infiltración natural del agua en el predio.

EN CUANTO A CALIDAD

En el Estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una

de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para mitigar los efectos negativos que se pudieran presentarse por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

Tabla 111. Medidas de mitigación.

Medida de protección ambiental 1	Debe de contar con sanitarios portátiles de acuerdo al número de trabajadores a razón de 1 baño por cada 10 trabajadores. Las aguas residuales generadas, deben ser dispuestas en el lugar que señale la autoridad municipal.
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Un día antes de comenzar las actividades del proyecto se deberá contar con sanitarios portátiles en cada frente de trabajo.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple de la factura por la renta de los sanitarios.
Medida de protección ambiental 2	En las diferentes etapas del proyecto, se promovera la separación de los residuos sólidos orgánicos de los inorgánicos y de los peligrosos, se utilizarán contenedores de colores de acuerdo al plan de manejo anexo al presente estudio.
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental.	En cada frente de trabajo se deberá colocar contenedores para la disposición de los residuos. El contenedor para residuos orgánicos tendran tapa, pintado de color verde y rotulado con la leyenda residuos orgánicos. El contenedor para residuos inorgánicos tendrá tapa, estará pintado de color gris y rotulado con la leyenda residuos inorgánicos. El contenedor para

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

	residuos peligrosos deberá tener tapa, pintado de color rojo y rotulado con la leyenda residuos peligrosos. Cuando los contenedores estén al 80 % de su capacidad deberán ser dispuestos en el almacén temporal. No se utilizarán contenedor con residuos de aceite o algún hidrocarburo. Los contenedores se ubicarán en las zonas donde el personal tome sus alimentos y recesos, así como en las inmediaciones de las áreas donde se estén llevando a cabo los trabajos, asegurando un fácil acceso por parte de los trabajadores a estos contenedores.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 3	Separar y enviar los residuos susceptibles de reciclar (papel, cartón, madera, vidrio, metales en general y plásticos) a un centro de acopio
Tipo de medida	Preventiva
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio, construcción y operación
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	La empresa separará los residuos susceptibles de reciclar (papel, cartón, madera, vidrio, metales en general y plásticos) y los colocará en el almacén temporal para su posterior disposición.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Recibo de entrega a una empresa especializada en el manejo de materiales reciclables.
Medida de protección ambiental 4	Prevenir derrames accidentales de combustibles y aceites de maquinaria y equipo de servicios.
Tipo de medida	Preventiva
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Etapa del Cambio de Uso de Suelo Construcción Operación
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro fotográfico
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Recibo de entrega a una empresa especializada

Con base en las consideraciones arriba expresadas, se acredita la tercera de las hipótesis normativas que establece el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que ha quedado técnicamente demostrado que con el cambio de uso de suelo en cuestión, **NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.**

VI.2. Justificación económica

VI.2.1. El uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo.

Con el objetivo de demostrar que el proyecto es más rentable a largo plazo, que el uso forestal; se compara el ingreso que se obtendrían del terreno en sus condiciones actuales contra la inversión inicial del proyecto, y la proyección a largo plazo de todos los ingresos que generaría el proyecto contra lo que se obtendría del terreno tras el paso de los años.

La inversión requerida para la construcción del proyecto es de \$5,500,00.00 de pesos.

Año 1

Tabla 112. Comparación de beneficios económicos Año 1

Estimación económica de recursos del área sujeta al cambio de uso de suelo	Inversión inicial para instalación del proyecto
\$55,204.24	\$5,500,00.00

Actualmente con base en los cálculos presentados en la estimación económica de recursos, sería factible obtener recursos económicos del área sujeta a cambio de uso por una cantidad de \$55,204.24 pesos, por el contrario, requeriría de inversión de \$5,500,00.00 pesos, por lo cual en el primer año es más rentable la ejecución del proyecto que conservarlo como actualmente se encuentra o dándole un uso menos rentable.

Año 2

En el segundo año ya no se podrían obtener los \$55,204.24, debido a que los recursos solo se podrían aprovechar en el primer año, por lo tendrían que esperar un período de tiempo de por lo menos 20 años para poder obtener nuevamente los recursos de los predios de nuestro interés.

Por su parte el proyecto ya en la etapa de construcción y operación tendría que implementar una serie de medidas y programas ambientales que estará obligado a realizar una vez que le evalúen la etapa de operación de proyecto, los cuales se resumen a continuación:

Tabla 113. Medidas y programas a implementar a partir del segundo año

Programas o acciones	Cantidad	Valor total\$
Plan de educación ambiental	1	5,000.00
Capacitación en educación ambiental y salud ocupacional	1	3,500.00
Manejo de aguas residuales	1	10,000.00
Señalización	1	2,000.00
Manejo de residuos sólidos	1	5,000.00
Manejo de combustibles y aceites lubricantes	1	2,000.00
Manejo y readecuación paisajístico	1	10,000.00
Plan de contingencias	1	8,500.00
Seguimiento a programas	1	7,000.00
Total		53,000.00

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Aunada a esta cantidad mostrada en la tabla anterior, se deben considerar los pagos por los empleos generados anualmente, que representan un beneficio para los habitantes, los cuales se estiman en 2 empleos permanentes para vigilancia y mantenimiento, con un valor aproximado en pago de salarios de \$120,000 pesos al año, considerando un suelo mínimo por empleado de \$5,000.0 Pesos al mes.

En resumen en el segundo año y para cada año de operación del proyecto se generaría una derrama económica de \$173,000.00 pesos anuales, lo cual solo contempla las cuestiones ambientales y los empleos generados.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se acredita la cuarta hipótesis normativa establecida por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS en cuanto que con éstas ha quedado técnicamente demostrado que EL USO ALTERNATIVO DEL SUELO QUE SE PROPONE ES MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO.

CAPITULO VII

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

El diseño coherente y la objetividad del conjunto de las medidas preventivas y mitigadoras que se exponen en el presente capítulo, tienen como fin la minimización de los posibles impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto, desde su etapa de preparación hasta su etapa de operación y mantenimiento. El DTU Modalidad B-Particular se orienta a identificar la coherencia entre el impacto que se pretende prevenir o mitigar, y la medida propuesta para tal fin, así mismo se debe considerar que la ejecución de la misma sea viable (económica y técnica).

VII.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación

A continuación se desglosan de manera detallada las medidas de correctivas para cada etapa de desarrollo. A manera de resumen en el cuadro 1 se indican los impactos generales durante cada etapa del proyecto.

Las medidas se definen de la siguiente manera;

- ✓ **Medidas correctivas:** el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.
- ✓ **Medidas de mitigación:** conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- ✓ **Medidas de compensación:** conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.
- ✓ **Medida de prevención:** son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

En la siguiente tabla se muestran cada una de las medidas de prevención,

Tabla 114. Medidas de prevención, mitigación y compensación para la protección de la biodiversidad.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

	Medida	Objetivo
Medida de protección ambiental 1	Pláticas de capacitación y concientización ambiental al personal	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Antes del inicio del proyecto y durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal	
Medida de protección ambiental 2	Protección de áreas de conservación	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 3	Supervisión ambiental	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 4	Delimitación del área de aprovechamiento autorizada.	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 5	Uso obligatorio de sanitarios portátiles o provisionales	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo y construcción	
Medida de protección ambiental 6	Recuperación de la capa fértil de suelo	Mitigación
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 7	Implementación del Programa de rescate y reubicación de flora.	Mitigación
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 8	Implementación del Programa de rescate y reubicación de fauna.	Mitigación
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 10	Implementación del Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.	Mitigación
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo Etapa de Construcción Etapa de Operación	
Medida de protección ambiental 11	Colocación de letreros de carácter informativo y restrictivo.	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 12	Instalación de obras provisionales dentro de las áreas de aprovechamiento.	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

	Medida	Objetivo
Medida de protección ambiental 13	Riego de áreas sin vegetación según necesidades por condiciones climatológicas.	Mitigación
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 14	Transportación de material de construcción en camiones cubiertos con una lona para evitar la emisión de polvos durante su transporte	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 15	Prohibición de quema de cualquier tipo de residuo	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 16	Prohibición de caza, persecución o captura de fauna silvestre	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo	
Medida de protección ambiental 17	Prevención de derrames accidentales de combustibles y aceites de maquinaria y equipo de servicios.	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Construcción	
Medida de protección ambiental 18	Las emisiones de ruido estarán dentro de los límites permitidos en la NOM_081_SEMARNAT-1994.	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Construcción	
Medida de protección ambiental 19	Reforestación del área utilizada para maniobras y enriquecimiento la vegetación de las áreas de conservación	Mitigación
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Construcción	
Medida de protección ambiental 20	Análisis de calidad del agua que sale del humedal artificial.	Prevención
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Operación	

VII.2 Impactos residuales.

Se entiende por «impacto residual» al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, a continuación se especifican los impactos que de acuerdo con las características del proyecto se consideran residuales.

De igual forma es recomendable tener en cuenta que, la aplicación de algunas medidas preventivas, de mitigación, de compensación y restauración va a propiciar la presencia de

impactos adicionales, los cuales deben incorporarse a la relación de impactos residuales definitivos.

A continuación, se presentan las medidas de mitigación de los impactos residuales y se indica una aproximación de la dimensión del impacto reducido:

Tabla 115. Medidas de mitigación residual para la protección de la biodiversidad.

Medida de protección ambiental 21	Rescate y aprovechamiento de suelo extraído.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Cambio de Uso de Suelo
Medida de protección ambiental 22	Implementación del programa de rescate y reubicación de flora (Anexo técnico 1)
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Cambio de Uso de Suelo.
Medida de protección ambiental 23	Implementación del programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos (Anexo técnico 3)
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Construcción.
Medida de protección ambiental 24	Se utilizarán equipos ahorradores de agua durante la etapa de operación y un sistema de generador atmosférico de agua.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Operación.
Medida de protección ambiental 25	Se realizará la reforestación de áreas sin vegetación fuera de la superficie de aprovechamiento
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Cambio de uso de suelo
Medida de protección ambiental 26	Las emisiones de ruido deberán estar dentro de los límites permitidos en la NOM_081_SEMARNAT-1994.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Ocupación

VII.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

Como se ha venido mencionando en los diferentes capítulos de este estudio, la inversión programada para la construcción y operación del proyecto es de aproximadamente. \$5,500,000.00 MX., de este presupuesto se tiene contemplado invertir durante las etapas de cambio de usos de suelo (preparación) y construcción en la aplicación de los diferentes

programas y medidas de prevención y mitigación un monto de \$490,000.00 pesos, (el 8.91% de la inversión) incluidos dentro del monto total de inversión, este monto se desglosa de la siguiente manera:

Tabla 116. Costos de la aplicación de medidas de prevención y mitigación de impactos.

Medida de mitigación	Costo en pesos \$
Delimitación de áreas de aprovechamiento	30,000.00
Supervisión ambiental	170,000.00
Programa de Rescate reubicación y reubicación de Flora y restauración de maniobras (Anexo técnico 1)	110,000.00
Programa de Rescate de Fauna (Anexo técnico 2)	40,000.00
Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos. (Anexo técnico 3)	50,000.00
Plan de acciones para la conservación de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (anexo técnico 4).	50,000.00
Plan de acciones para la conservación de tortugas marinas (Anexo técnico 5)	40,000.00
Monto total de medidas de prevención y mitigación	\$ 490,000.00

En lo que respecta a la etapa de operación se tiene contemplado realizar análisis de la calidad del agua del sistema de tratamiento trimestralmente para verificar que se cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-1996, se realizará dos visitas al mes por parte del supervisor ambiental para verificar el estado que guardan las áreas de conservación, la micro-planta de tratamiento, instalaciones hidráulicas e hidrosanitarias, y el humedal artificial, se repondrán los contenedores de residuos que se encuentren dañados, por lo que se estima un gasto anual de \$300,000.00 pesos durante esta etapa del proyecto.

VII.3.1 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LA VEGETACIÓN DEL PREDIO

El predio del proyecto comprende cuatro tipos de cobertura actualmente distribuidas en vegetación de Manglar con una superficie de 3754.979 m² (0.062 has), vegetación de Palmar con 1654.806 m² (0.165 has), vegetación de Duna Costera con 760.015 m² (0.076 has) y áreas sin vegetación como arenales naturales con 786.810 m² (0.079 has), de la cuales con la ejecución del cambio de uso de suelo se pretende remover 421.23m² (0.042 has) sobre vegetación de Duna Costera y Palmar. El proyecto también implica el rescate y reubicación

de especies de flora y fauna silvestre; así como la conservación y enriquecimiento de áreas con y sin vegetación natural.

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA ACTUAL DE LA VEGETACIÓN

La vegetación de Palmar que actualmente se desarrolla en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo cuenta con una estructura irregular en cuanto a las especies, ya que la especie más abundante es la Palma chit, sin embargo, se observa una distribución normal que es característica de una masa forestal de tipo Palmar con predominancia de las palmas Chit y Coco.

En la vegetación de duna costera podemos observar una abundancia de 10 especies de las cuales las más abundantes son las especies de Pasto grande y el Lirio de playa que abarcan el 55% de la población de especies en la duna costera, lo cual es resultado de su rápido crecimiento y diseminación abundante.

Así mismo a pesar de las afectaciones al terreno y en la zona por las actividades antropogénicas, se puede observar que las características de la vegetación no cambiaron con el paso del tiempo, ya que si se compara el predio con el sistema abinetal dentro de la cuenca se puede observar el mismo tipo de cobertura vegetal a través de toda la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.

Se debe tener en claro que los siguientes escenarios que se proponen para la restauración se plantean en el supuesto que ya se hubiese ejecutado el cambio de uso de suelo sobre los 421.23m² (0.042 has) y se tuviera que restaurar esta superficie a su condición original.

ESCENARIOS PARA LA RESTAURACIÓN.

El proceso de restauración inicia con la preparación del suelo para la reforestación, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria así como la inducción de especies arbóreas de rápida adaptación como *Bursera simaruba* que es una especie local identificada en el sistema abinetal dentro de la cuenca que tolera el corte y se regenera velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO, es una especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas, la cual adicionalmente ofrece recursos de nutrición para la vida silvestre ya que sus frutos son consumidos por aves y ardillas lo que también permite la dispersión de las semillas. Posteriormente se fortalece la siembra utilizando *metopium brownei* y *thrinax radiata*.

ESCENARIO 1 CORTO PLAZO (1 A 2 AÑOS).

En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo, uno a tres años, en el cual el terreno permite el drenaje natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o

parcialmente asistida, las escorrentías menores formadas por la lluvia hacia el oeste que corresponde a las partes más bajas del predio, el suelo se ha cubierto con plantas herbáceas y vegetación graminoide. Se observa aún un paisaje degradado, no obstante en los árboles se observan aves como la chachalaca.

Habiendo comenzado el proceso de sucesión secundaria se opta por acelerarlo para llevarlo a una comunidad arbórea compleja y rica en especies. Lo anterior es posible favoreciendo la reintroducción de *Coccoloba uvifera* y *Pouteria campechana*, se reponen o refuerza, de ser necesario, la siembra de árboles de la primera etapa *thrinax radiata*.

ESCENARIO 2 MEDIANO PLAZO (3 A 10 AÑOS).

Este escenario intermedio, de tres a diez años, determinará la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del sotobosque y permitirá la inducción de otras especies tales como el *Chrysobalanus icaco* y el *Pithecellobium keyense* y, en el sotobosque la reintroducción de palma de Chit (*Trinax radiata*). El paisaje muestra un acahual que corresponde a un proceso sucesional intermedio. Se observa, de nuevo, la presencia de aves como el *Mimus gilvus*, la *Icterus cucullatus*. Algunos mamíferos que toleran la perturbación pueden ser avistados nuevamente como la *Sciurus yucatanensis* y *Sigmodon hispidus*.

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Alcanzar la comunidad clímax, en este momento, deriva en una cuestión de tiempo en el cual los árboles compiten entre sí por los recursos del suelo, las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas. Paulatinamente, se incrementa el horizonte húmico que, a su vez, soporta una mayor carga biológica.

Un acahual intermedio como el planteado en el escenario anterior puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vazquez-Yanes, 1981) el cual atrae aves y murciélagos que al visitarlo aumentan la riqueza de especies por el proceso llamado lluvia de semillas (Martínez-Garza y González-Montagut, 2002) y, más tarde, aumentan la riqueza de la comunidad establecida. Finalmente la biomasa de la vegetación original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996); sin embargo, la diversidad de especies que existió ahí alguna vez, con todas sus interacciones ecológicas, puede tardar cientos de años en restaurarse.

Las actividades a realizar a partir de esta fase, son de protección contra incendios forestales, y a partir del inicio de esta fase la afectación por concepto de sequías, deja de ser un posible factor de riesgo para el proceso de restauración de la vegetación.

ESCENARIO 3 LARGO PLAZO (15 AÑOS EN ADELANTE).

Fase de madurez u óptima, donde las especies sobresalientes dominan los estratos superiores (donde participan especies heliófitas, esciófitas y hemisciófitas).

En esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies; la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, los árboles ya cuentan con alturas superiores a los 3 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 15 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 15 cm, para especies de rápido crecimiento como es el caso del bursera simaruba y el Pouteria campechana), la cobertura de copa ya es superior al 90%, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de mamíferos gracias a la creación de nuevos hábitats.

A partir de los 15 años de edad ya se puede considerar una vegetación juvenil con dominancia del estrato superior de especies heliófitas y en esa edad ya se puede notar la presencia de un grupo importante de especies esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas.

A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la vegetación que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio. Los riesgos constantes en relación a la suspensión del proceso de restauración de esta vegetación, están relacionados a la presencia de fenómenos meteorológicos, como es el caso de huracanes.

PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN.

La presente estimación económica considera la totalidad de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo de 421.23m² (0.042 has), ya que sería necesario restaurarlo todo para regresarlo a un estado cubierto por vegetación. Las actividades necesarias para la restauración han sido seleccionadas y clasificadas considerando que la superficie para la cual se solicita el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales:

La restauración ambiental de dicha superficie implicaría la implementación de una serie de actividades dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que dicha superficie actualmente presenta. A continuación, se enlistan y desglosan dichas actividades:

- Preparación del sitio
- Producción de planta
- Plantación (reforestación)

- Apertura de cepas y plantación
- Mantenimiento del área restaurada
- Chapeo de malezas
- Reposición de plantas (replante)
- Monitoreo
- Asistencia Técnica

El análisis de costos que a continuación se presenta implicó la recopilación de costos actuales, tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para ello se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, entre otros, con la finalidad de obtener una estimación de costos con mayor precisión, apegada a tarifas reales y actuales de los productos y servicios involucrados.

Además, se ha tomado en cuenta que la restauración ambiental del sitio se considerará exitosa si se logra que la plantación realizada tenga una sobrevivencia mínima del 80 %, con porcentajes de sanidad y vigor mínimos del 80 % y que, además, la altura alcanzada de las plantas sea de 1.5 metros como mínimo, lo cual se estima podrá ocurrir en un período de 3 años. Los datos antes mencionados han sido también considerados en el presente análisis económico.

Cabe recalcar que el presente análisis económico de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo, representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno a la condición en que se encontraba antes del cambio de uso de suelo. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta actividades generales para llevar a cabo la restauración; sin embargo, también se han tomado en cuenta las porciones superficiales, tarifas y cantidades máximas necesarias para lograr una exitosa recuperación vegetativa con el objeto de alcanzar una estimación de costos con un margen de error pequeño.

VALORACIÓN DE LO QUE COSTARÍA LLEVAR AL SITIO A UNA CONDICIÓN SIMILAR DEL ECOSISTEMA COMO HASTA AHORA SE ENCUENTRA, BAJO EL SUPUESTO DE QUE YA SE HUBIERA EFECTUADO EL CAMBIO DE USO DE SUELO.

Preparación del sitio.

La primera actividad contemplada para la restauración, es la preparación del sitio de plantación, cuyo periodo de duración, materiales, costos e incluso la necesidad de llevarse a

cabo o no, dependen en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Sin embargo, la presente estimación parte de las acciones mínimas necesarias para tener una plantación exitosa.

Para cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno implica mano de obra la cual puede variar en función de la superficie, y el trabajo a realizar. Para actividades que implican remoción de malezas, obras de contención de suelo, mejoramiento de la textura del suelo, entre otros, se ocuparán alrededor de 35 jornales por hectárea, tomando en cuenta como jornal un periodo de trabajo de 8 horas con un costo de \$350.00, se tiene que el monto de dicha actividad por una superficie de 0.042 Ha (1.5 jornales) será de **\$514.50 pesos.**

Producción de planta.

Para continuar con las actividades de restauración, una vez que se prepare el terreno, se deberá llevar a cabo la reforestación de la superficie afectada con una densidad mínima de 1200 plantas por hectárea (CONAFOR, 2012). Considerando que la superficie total a reforestar corresponde a 421.23m² (0.042 has), se estima que se requerirán un total de 51 plantas para la reforestación de dicha superficie.

El costo de producción de cada planta en vivero, hasta alcanzar un mínimo de 30 cm de altura que se estima suficiente para el trasplante, se calcula en \$ 8.00 por planta, suponiendo que el vivero temporal se instale al interior del polígono para abatir costos, la actividad de producción tendría un monto de \$ 403.20 (\$ 8.00/planta X 51 plantas).

Plantación.

De acuerdo con especialistas en jardinería y plantaciones de árboles en desarrollos turísticos y urbanos del Municipio, el costo promedio por la apertura de cepa es de \$ 5.00 y por plantación es igualmente de \$ 5.00, es decir, un total de \$ 10.00 por ambas actividades, que incluyen el acarreo de la planta desde el vivero al área de plantación, colocación de sustrato para asegurar el crecimiento de la planta, aplicación de fertilizantes o abonos, así como el primer riego de las plantas.

Considerando el total de plantas a reintroducir en el predio, el costo total estimado por las actividades de apertura de cepa y plantación corresponde a \$510.00 (Es decir 51 plantas X \$10/cepa-planta.)

Mantenimiento del área restaurada.

En la etapa inicial de la plantación y durante los primeros meses, será necesario controlar la maleza con el objeto de que los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de subsistencia. Después de un período de tres años o que los ejemplares plantados presenten

una altura mínima de 1.5 metros, se puede dejar de controlar la maleza, ya que de forma natural se dará la sucesión vegetal.

El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará únicamente a un metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, con una periodicidad anual, es decir, se realizará el chapeo 1 veces por año.

Finalmente, se requiere monitorear y favorecer el desarrollo de los ejemplares plantados con el propósito de conocer los porcentajes de sobrevivencia, vigor y sanidad de los mismos, así como la introducción de nuevos ejemplares que sustituya o refuerce la restauración, valorando en el monitoreo también las especies que de forma natural crezcan en el predio.

El monitoreo y mantenimiento se realizará durante los 15 primeros años o hasta que el área esté totalmente restaurada, con una altura mínima de 3 metros de los ejemplares plantados.

El costo por cada monitoreo se estima en \$ 4,000.00 por mes, considerando que el monitoreo se realizará una vez al mes durante un período de 15 años, que sería el tiempo máximo en el que esta actividad deberá realizarse, se estima que el costo de llevar a cabo 180 eventos de monitoreo –durante los 15 años- es de \$ 720,000.00 (\$4,000/monitoreo X 12 meses X15 monitoreos).

Las actividades mencionadas anteriormente para lograr la restauración del área, deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para restaurarla completamente.

Asistencia técnica.

Para ello se requerirá de un técnico forestal que realice, entre otras, las siguientes actividades:

- Seleccionar las especies que serán reintroducidas al predio con base en el inventario forestal del predio.
- Supervisar y asesorar en la producción de la planta en el área de acopio temporal.
- Trazar y marcar el área de plantación.
- Supervisar la apertura de cepas y el proceso de plantación.
- Monitorear la evolución de los ejemplares plantados.
- Detectar oportunamente las plagas y enfermedades
- Evaluar el éxito de las plantaciones.
- Elaborar los informes técnicos correspondientes.

El costo que implica contratar a un técnico forestal para realizar las labores antes mencionadas será de aproximadamente \$ 3,000.00 mensuales. Considerando que dicho técnico forestal sea contratado por un período máximo de 15 años, el costo de ello asciende a **\$540,000.00** por los quince años propuestos (\$ 3,000 X 12 meses X 15 años).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Finalmente, el costo total por la restauración del sitio a su condición original o mejor en un plazo de 15 años representaría **\$ 1,261,027.20 pesos**.

Tabla 117. Estimación del costo ANUAL de las actividades de restauración del predio. Se presenta en forma resumida el análisis económico para la estimación del costo de las actividades de restauración del predio bajo el supuesto que se pretenda regresar a las condiciones actuales el predio tras el cambio de uso de suelo del terreno forestal.

Actividad	Cantidad	Unidad	Cantidad por predio	Costo unitario	Importe total
Labores preliminares					
Preparación del terreno	35	Jornales/ha.	1.5	\$350.00	\$514.50
Producción de planta					
Producción de planta	1200	Plantas/ha.	51	\$8.00	\$403.20
Plantación					
Apertura de cepas	1200	Cepas/ha.	51	\$5.00	\$255.00
Plantación	1200	Plantas/ha.	51	\$5.00	\$255.00
Mantenimiento del área restaurada					
Chapeo de malezas y mantenimiento	15	Evento	180	\$4,000 mensuales	\$48,000.00
Asistencia técnica					
Técnico especializado	15	Años	180	\$3,000.00 por mes	\$36,000.00
Total General					\$85,427.70

CAPITULO VIII.

**PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU
CASO, EVALUACIÓN DE
ALTERNATIVAS.**

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En esta sección se presenta el análisis para visualizar los posibles escenarios a futuro del predio del proyecto considerando en primer término al **escenario sin proyecto**, seguido de otro **escenario con proyecto** y finalmente, uno que **incluya al proyecto con sus medidas de mitigación**.

VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.

De no llevarse a cabo el proyecto el sistema ambiental no tendrá grandes cambios tal y como se puede observar en la siguiente secuencia de imágenes de satélite que muestran cómo se ha mantenido el sistema ambiental del proyecto desde el año 2003, hasta el año 2010, donde se puede apreciar que los únicos 2 cambios que se han presentado han sido un proyecto casi en el límite norte del SAR, y la modificación del camino Tulum-Punta Allen en la parte central del SAR.

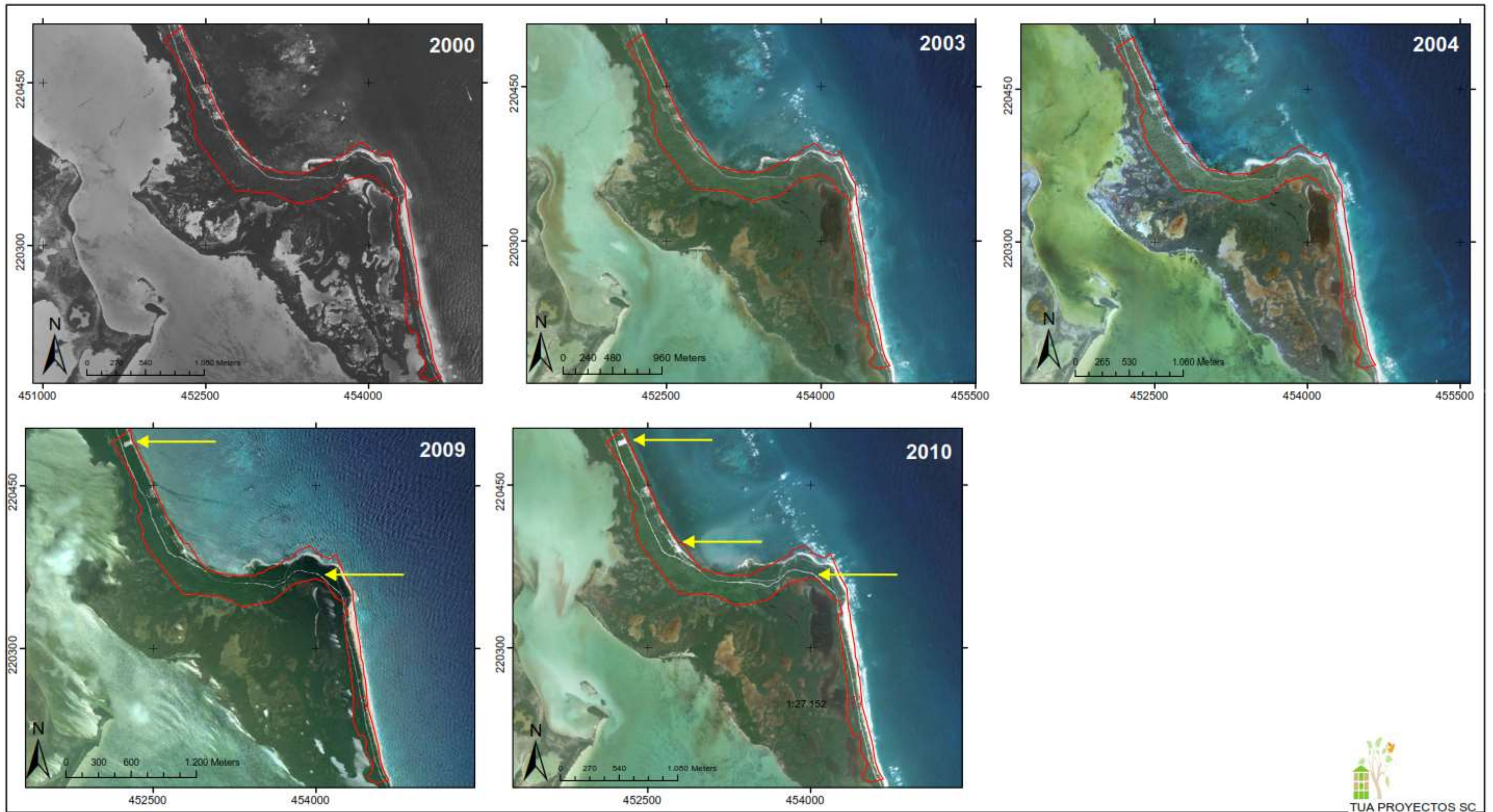


Figura 79. Imagen del SAR entre los años 2000-2010.

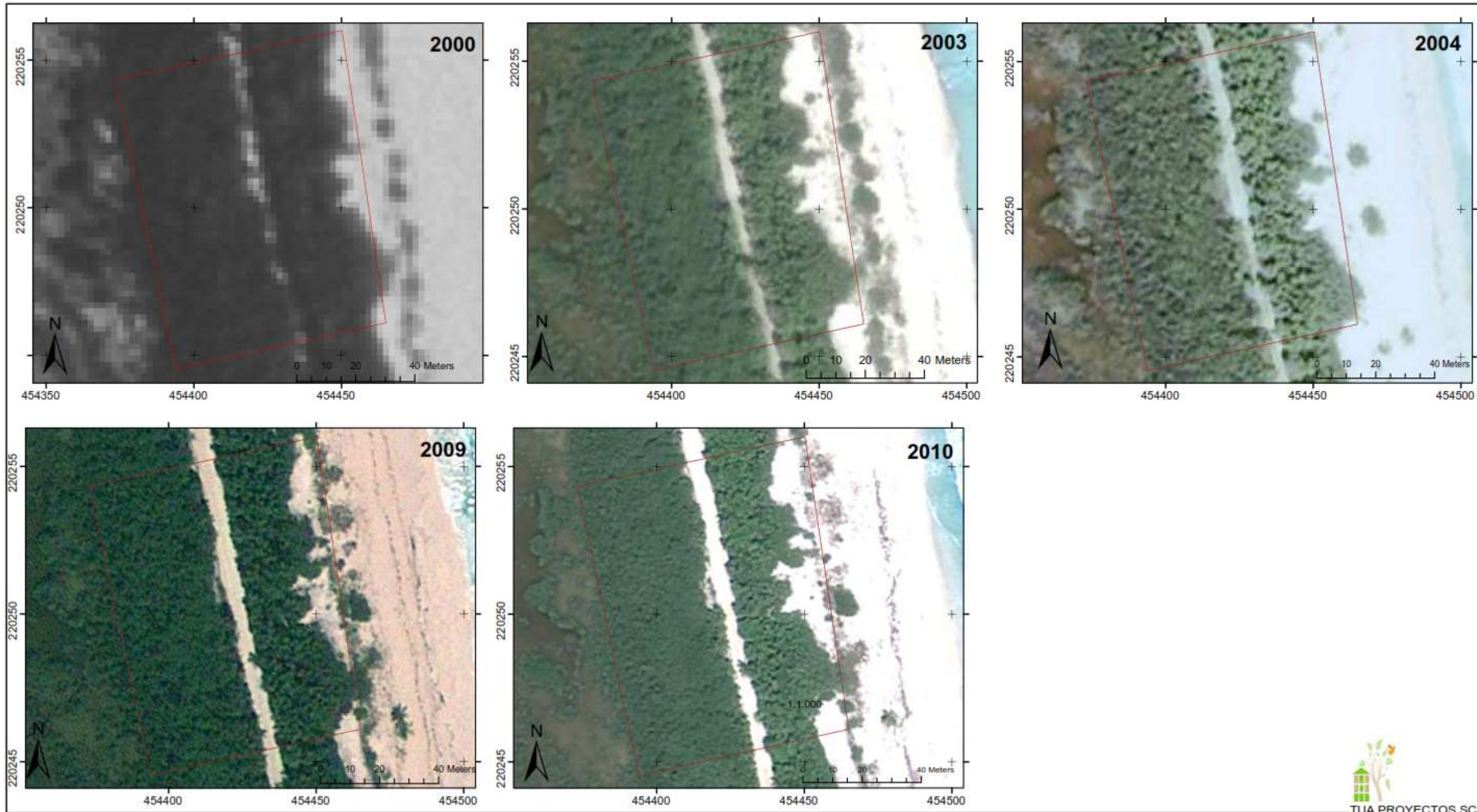


Figura 80. Imagen del predio entre los años 2000-2010.

Como se puede apreciar en las imágenes anteriores la zona del predio, tampoco ha sufrido cambios significativos desde el año 2003 hasta el año 2010, las áreas con vegetación no han sufrido cambios drásticos en el transcurso del tiempo en lo que respecta a la superficie que ocupan.

Actualmente el predio presenta vegetación de palmar en el 21.83% de la superficie del predio, vegetación de Duna costera en el 10.03%, y manglar en el 49.55%, el camino Tulum-Punta Allen abarca el 68.21% y las áreas de arenal natural el 10.38%. Estos porcentajes se han mantenido casi sin cambio desde el año 2000. Por lo que se puede suponer que de no llevarse a cabo el proyecto, las condiciones actuales prevalecerán.

Tabla 118. Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE EN EL PREDIO EN M ²	PORCENTAJE
PALMAR	1,654.81	21.83
VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA	760.01	10.03
MANGLAR	3,754.98	49.55
CAMINO TULUM-PUNTA ALLEN.	622.31	8.21
ARENAL NATURAL	786.81	10.38
TOTAL	7,578.90	100.00

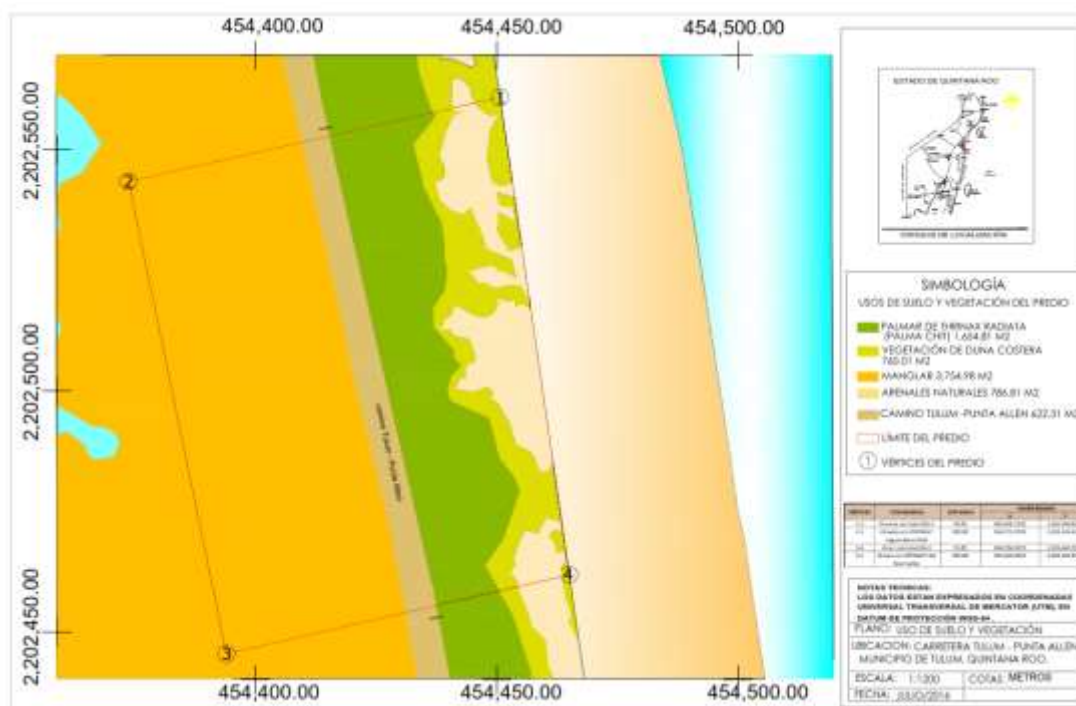


Figura 81. Plano de vegetación del proyecto (plano 13).

Si bien se reconoce que la vegetación del sistema ambiental y del SAR no se han visto afectados significativamente, el problema de los residuos sólidos urbanos que llegan a la playa también ha permanecido, debido en gran parte a que en la reserva no se cuenta con personal suficiente para retirar la gran cantidad de residuos que día a día llegan arrastrados por el mar, y de no llevarse a cabo el proyecto el área frente al predio seguirá presentando este problema, tal y como se puede apreciar en las siguientes imágenes y este se incrementaría día a día ya que los residuos no son retirados de las playas, por lo que cada día se acumulan más y con oleajes de tormenta estos nuevamente son arrastrados hacia el mar y regresan nuevamente a la playa en un ciclo sin fin.



Figura 82. Vista de la acumulación de basura en la ZOFEMAT frente al predio.

VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.

La construcción de este escenario se realizó tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (severos o críticos) que generará el proyecto en el sistema ambiental sin incluir las medidas de mitigación.

De realizar el proyecto sin las medidas de prevención y mitigación propuesta los mayores problemas que se pudieran tener serían: la contaminación del suelo, subsuelo y el mar por el mal manejo de los residuos sólidos urbanos y líquidos que se generen durante las 3 etapas del proyecto, la afectación a las áreas de conservación por el tránsito del personal en ellas, pérdida de ejemplares de especies de fauna silvestre por actividades de casa de autoconsumo por parte de los empleados, y la disminución de áreas de paso y refugio para la fauna por no respetar las áreas de desplante solicitadas.

De no aplicarse los programas anexos al presente estudio, así como las medidas de mitigación, se perdería una cantidad considerable de flora silvestre, ya que no se rescataría la vegetación del área olicitada para cambio de uso de suelo, si no que esta sería triturada y enviada al relleno sanitario del Municipio de Tulum.

Al no delimitar el área solicitada para cambio de suspo de suelo, se perdería mayor superficie de vegetación que la solicitada, ya que no se podría saber hasta dónde se tiene permitido aprovechar.

También se tendrían problemas con la disposición de los residuos sólidos urbanos ya que desgraciadamente no hay una cultura de arraigada sobre depositar los residuos en los contenedores. En lo que respecta a la fauna al no aplicar el programa de de no podrían darse casos de caza o pesca por parte de los trabajadores.



Figura 83. Escenario del proyecto sin la reforestación de las áreas que actualmente no presentan vegetación (ver anexo 16 en anexos planos)

VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PREVENCIÓN Y COMPENSACIÓN.

Al desarrollarse el proyecto con las medidas de prevención, mitigación y compensación, se considera que desde el inicio de la etapa de cambio de uso de suelo se asegurará que las áreas destinadas a conservación se respeten y no se vean afectadas por el tránsito de personal en ellas, también se evitará que los trabajadores hagan uso de estas áreas para realizar sus necesidades fisiológicas o bien que depositen basura en ellas, otro de los aspectos que se mitigaría sería la pérdida de vegetación ya que al aplicar el programa de rescate, gran parte de los individuos que se removerán del área solicitada para cambio de

usos de suelo serán reubicados a las áreas que actualmente no cuentan con vegetación, acción así como el área de maniobras que será desviada como área ajardinada con vegetación nativa, por lo que la superficie total con vegetación en el predio será de 5,748.46 m², tal y como se presenta en el siguiente plano.

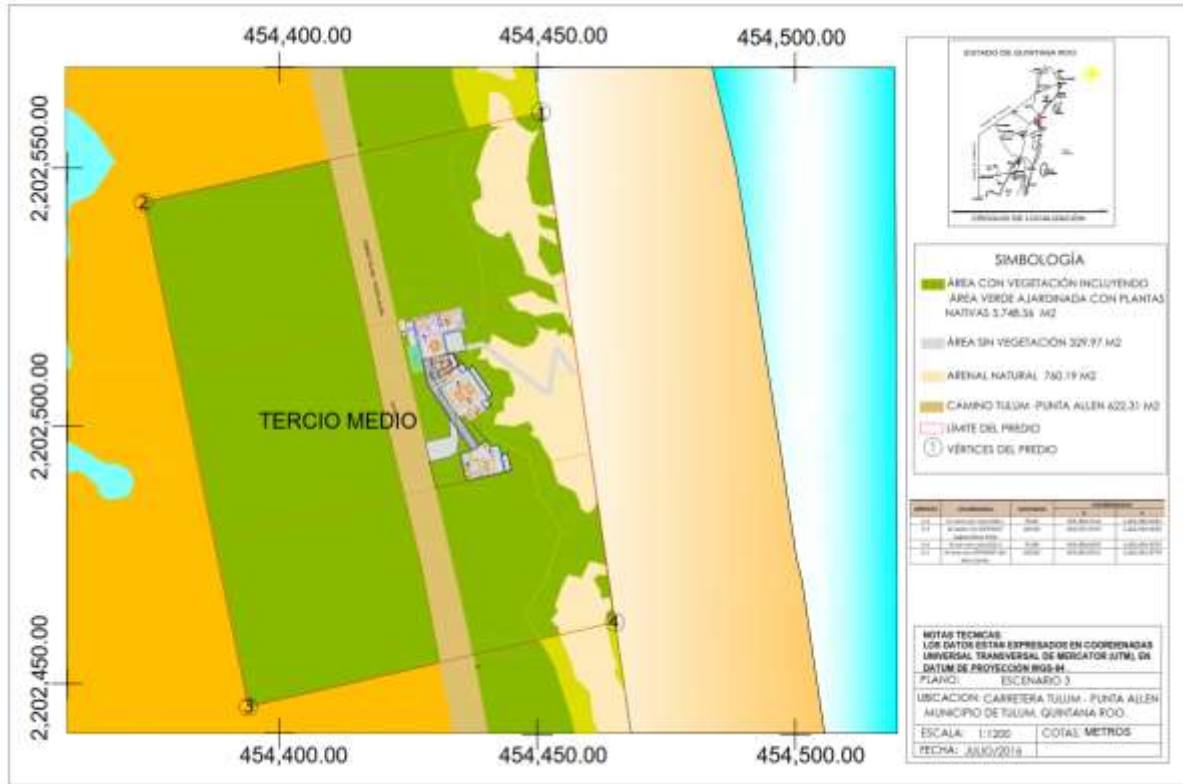


Figura 84. Escenario del proyecto con acciones de ajardinado con plantas nativas en el área utilizada para maniobras (Ver anexo 17 en anexos planos).

Otro de los beneficios de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación será el retiro de residuos sólidos urbanos de la ZOFEMAT que colinda con el predio del proyecto, misma que actualmente presenta gran cantidad de residuos por falta de personal que pueda limpiar las playas, este es un problema grave dentro de la Reserva, ya que además de residuos olidos urbanos se pueden encontrar residuos biológico infecciosos como geringas y residuos peligrosos como envases de aceite de auto. Con la construcción del proyecto se realizará periódicamente el retiro de los residuos que se ubicacn en la ZOFEMAT frente al predio y hacia los lados, tratando de abarca la mayor superficie posible, conservando insitu el sargazo y la cubierta vegetal para mantener los procesos naturales de la playa y favoreciendo el arribo de tortugas marinas.

VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.

Debido a las restricciones con las que cuenta la reserva para la construcción de desarrollos turísticos y casa habitación, la zona costera se ha mantenido con un alto grado de conservación, por lo que aún y cuando el proyecto sea autorizado, el sistema ambiental no presentará cambios significativos en su estructura que pudieran afectar a las especies de flora o fauna de la reserva, ni la calidad del agua superficial o subterránea, y tampoco se causará erosión del suelo, ya que se cuidara que las áreas de conservación mantengan su naturalidad.

El presente proyecto cumple con cada una de las reglas y criterios que regulan la construcción de casas habitación en la zona donde se ubica, y aplicará las mejores ecotecnologías para hacer un uso racional de los recursos naturales, además de que la empresa promovente adquirió el predio por su alto valor paisajístico y pretende conservarlo al construir un proyecto que se adapte al paisaje, al conservar el 85.88 % del predio como área de conservación y ocupando únicamente para la casa habitación y sus obras de apoyo 447.86 m², de los cuales 117.89 m² serán utilizado como áreas verdes ajardinadas con vegetación nativa y únicamente 329.97 m² permanecerán sin vegetación arbórea o arbustiva, ya que como la casa habitación se construirá pilotada la parte de abajo podría ser cubierta por plantas rastreras.

Tabla 119. Superficies del predio de acuerdo con el uso que se les pretende dar.

clasificación	Tipo de cobertura	Superficie por uso de suelo				Superficie general	
		Uso	m ²	Ha	%	m ²	%
Área para cambio de uso de suelo	Palmar	Habitacional y de servicio	418.19	0.04	5.52	421.23	5.56
	Vegetación de duna costera	Habitacional y de servicio	3.04	0.0003	0.04		
Área que no requiere cambio de uso de suelo	Área sin vegetación	Habitacional y de servicio	26.62	0.002	0.35	648.94	8.56
	Camino de servidumbre de paso Tulum-Punta Allen.	Vialidad federal	622.31	0.06	8.21		
Área no incluida en el cambio de uso de suelo.	Palmar natural	Conservación	1,236.61	0.12	16.32	6,508.75	85.88
	Vegetación de duna costera	Conservación	756.97	0.07	9.99		
	Manglar	Conservación	3,754.98	0.37	49.55		
	Sin vegetación	Arenal natural	760.18	0.07	10.03		
Totales			7,578.92	0.75	100.00	7,578.92	100.00

Como se ha venido describiendo en los capítulos anteriores el proyecto es compatible y cumple con todas las restricciones que se tiene para la construcción de una casa habitación unifamiliar dentro de la Reserva.

VIII.5 PROGRAMA INTEGRAL DE MANEJO AMBIENTAL

El Programa Integral de manejo ambiental está compuesto por los siguientes subprogramas, de los cuales algunos incluyen programas de monitoreo, lo cual se especifica en cada uno de los programas:

Tabla 120. Superficies del predio de acuerdo con el uso que se les pretende dar.

Medida de mitigación
Programa de Rescate reubicación y reubicación de Flora y restauración de maniobras (Anexo técnico 1)
Programa de Rescate de Fauna (Anexo técnico 2)
Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos. (Anexo técnico 3)
Plan de acciones para la conservación de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (anexo técnico 4).
Plan de acciones para la conservación de tortugas marinas (Anexo técnico 5)

En la siguiente tabla se enlistan las medidas de protección ambiental, la etapa en que se realizará la acción, en qué forma se verificará su cumplimiento, y la forma en que se le demostrará a la autoridad que se realizó.

Tabla 121. Programa de manejo ambiental

Medida de protección ambiental 1	Pláticas de capacitación y concientización ambiental al personal
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Antes del inicio del proyecto, durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicarán en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental sobre las pláticas realizadas.
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Lista de asistencia a las pláticas, el supervisor ambiental llevará un registro.

Resultados esperados	Las áreas del proyecto se encuentran libres de residuos, no se tiene incidentes de afectación a la flora o la fauna, se hace uso de los sanitarios, se tiene un correcto manejo de los residuos de acuerdo a su naturaleza.
Medida de protección ambiental 2	Protección de áreas de conservación
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para garantizar la conservación del paisaje y el soporte para la sobrevivencia de la flora y fauna silvestre presentes en el predio se conservará un área de 6,508.75 m ² (0.65 ha), la cual mantendrá su estructura y composición actual.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento.	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida.	Registro fotográfico
Resultados esperados	Las áreas de conservación se mantienen sin cambios, el personal no ingresa a las áreas de conservación del predio.
Medida de protección ambiental 3	Supervisión ambiental
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se realizarán supervisiones al área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio con el fin de vigilar del correcto cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que durante la supervisión ambiental se registre algún incumplimiento se avisará al residente de la obra para que lo solucione a la brevedad posible. Cada semana se evaluará el nivel de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que una o más medidas o condicionantes no se estén cumpliendo se realizará una reunión con el residente y personal de la obra con el fin de que en conjunto se planten estrategias para el cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Informe semanal de supervisión ambiental

Resultados esperados	Se detectan y corrigen áreas de mejora en las diferentes etapas del proyecto, se cumple con las medidas propuestas.
Medida de protección ambiental 4	Delimitación del área de aprovechamiento autorizada.
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Etapas del Cambio de Uso de Suelo
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Con el fin de mantener en buenas condiciones las áreas de conservación, la delimitación se realizará mediante una cinta de precaución y de ser necesario malla electro soldada con malla sobra hacia la parte que limita con el camino comunal para evitar una mala imagen.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	Las áreas de conservación se mantienen sin cambios, el personal no ingresa a las áreas de conservación del predio.
Medida de protección ambiental 5	Uso obligatorio de sanitarios portátiles y provisionales
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Etapas del Cambio de Uso de Suelo y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se colocarán sanitarios portátiles en una proporción de uno por cada diez trabajadores. Estos se colocarán en sitios estratégicos dentro de la obra de preferencia bajo la sombra. La limpieza y mantenimiento de los sanitarios, así como la disposición de los residuos estarán a cargo de la empresa contratada, la cual contará con los permisos municipales correspondientes.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	No se observa personal realizando sus necesidades fisiológicas fuera de los sanitarios, ni evidencia que indique que se están realizando fuera de los baños.
Medida de protección ambiental 6	Recuperación de la capa fértil de suelo
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Etapas del Cambio de Uso de Suelo

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Con el fin de reutilizar el suelo fértil del área de desplante se recuperará la capa de suelo, de la zona donde será retirada la vegetación, la cual se destinará a las actividades de reforestación.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	El suelo fértil recuperado será utilizado en las labores rescate de la vegetación para ser ocupado posteriormente en la reforestación, enriqueciendo el suelo.
Medida de protección ambiental 7	Implementación del Programa de rescate y reubicación de flora.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para dar cumplimiento se atenderá conforme al Programa de rescate y reubicación de flora casa habitación lote 026-2 (Anexo técnico 1).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro del número de especies rescatadas en la bitácora y seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	Se obtendrá la mayor cantidad de plantas del área de aprovechamiento y se espera por lo menos el 80% de sobrevivencia.
Medida de protección ambiental 8	Implementación del Programa de rescate y reubicación de fauna.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para dar cumplimiento se atenderá conforme al Programa de rescate y reubicación de fauna (Anexo técnico 2).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro de ejemplares rescatados y liberados en bitácora.
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	Reubicar a la fauna de lento desplazamiento y resguardarla en las áreas de conservación para evitar su afectación o muerte por accidente.
Medida de protección ambiental 9	Implementación del Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.

Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo Etapa de Construcción Etapa de Operación
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para dar cumplimiento se atenderá conforme al Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos (Anexo técnico 3).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento durante la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	Mantener el predio y la ZOFEMAT libre de residuos, separar las residuos reciclables para evitar su disposición en el basurero municipal
Medida de protección ambiental 10	Colocación de letreros de carácter informativo y restrictivo.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo, construcción y operación
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los letreros estarán dirigidos a informar a los trabajadores con respecto a la fauna silvestre del sitio, así como disuadirlos para evitar la caza, extracción o eliminación de individuos. Estos letreros incluirán información sobre los límites de las áreas de conservación así como la restricción para evitar la remoción de la vegetación de estas áreas.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	El personal se mantiene informado sobre las reglas de trabajo y cuidado del ambiente.
Medida de protección ambiental 12	Instalación de obras provisionales dentro de las áreas de aprovechamiento.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para evitar daños a las áreas de conservación las estructuras de obras y de servicios provisionales se instalarán dentro del área perimetral de aprovechamiento autorizada y delimitada conforme a la Medida de protección 2.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Resultados esperados	Las obras provisionales se encuentran ubicadas dentro de las áreas de aprovechamiento.
Medida de protección ambiental 13	Riego de áreas sin vegetación según necesidades por condiciones climatológicas.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se regarán constantemente los sitios del proyecto que así lo requieran para evitar la dispersión de polvos hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	Que no se levante polvo en el predio, excepto el que por forma natural se levanta en la ZOFEMAT.
Medida de protección ambiental 14	Transportación de material de construcción en camiones cubiertos con una lona para evitar la emisión de polvos durante su transporte
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Cada vehículo que sea utilizado para transportar material de construcción utilizará una lona que cubrirá el material que este transportando con el fin de evitar o reducir la emisión de polvos en el área del proyecto.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	El material transportado no dispersará partículas durante su transportación ni durante su llegada y resguardo en el predio.
Medida de protección ambiental 15	Prohibición de quema de residuo
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los residuos que generen los trabajadores se dispondrán en los contenedores rotulados dependiendo si son: residuos orgánicos, residuos inorgánicos o residuos peligrosos. En ningún momento los contenedores establecidos en la obra sobrepasarán el 80% de su capacidad. Antes de que el contenedor llegue al 80% de su capacidad, éste será llevado al almacén temporal de

	residuos urbanos o peligrosos de la empresa constructora. Cuando el almacén temporal se encuentre al 80% de su capacidad, se deberá limpiar y disponer todos los residuos urbanos generados en un sitio autorizado (basurero municipal).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple del recibo o comprobante del basurero municipal donde dispuso sus residuos.
Resultados esperados	No observar fogatas dentro del predio o en sus colindancias.
Medida de protección ambiental 16	Prohinición de caza, persecución o captura de fauna silvestre
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo Construcción Operación
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Durante las etapas de preparación del sitio se evitará cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie de fauna silvestre. En caso de que durante los trabajos del proyecto se tenga un encuentro con la fauna silvestre (principalmente reptiles y pequeños mamíferos), se deberá retirar del lugar y esperar 20 minutos para que la fauna tenga tiempo de movilizarse a otra zona del predio,
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	0% de mortandad de fauna silvestre por causa del personal de la obra.
Medida de protección ambiental 17	Prevención de derrames accidentales de combustibles y aceites de maquinaria y equipo de servicios.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo Construcción Operación
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para dar cumplimiento se atenderá conforme a las medidas preventivas por el uso de maquinaria y equipo del Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos (Anexo técnico 3).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Resultados esperados	Que no se presenten accidentes con hidrocarburos o alguna otra sustancia que pueda contaminar el suelo o el manto freático.
Medida de protección ambiental 18	Las emisiones de ruido estarán dentro de los límites permitidos en la NOM_081_SEMARNAT-1994.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa del Cambio de Uso de Suelo Construcción Operación
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los equipos y maquinaria estarán en buenas condiciones mecánicas y de afinación lo cual será responsabilidad de la empresa contratada para brindar estos servicios.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 19	Reforestación del área utilizada para maniobras y enriquecimiento la vegetación de las áreas de conservación
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Las actividades de reforestación se realizarán por medio de la reubicación de la vegetación rescatada, en áreas utilizadas para maniobras y para albergar obras provisionales y se enriquecerá la vegetación de las áreas de conservación dentro del predio, también se enriquecerá la capa de suelo vegetal al colocar el material producto del triturado de la vegetación que no pueda ser rescatada.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Resultados esperados	Recuperar la cubierta vegetal de las áreas sin vegetación que no serán utilizadas y que se generaron por acción antropogénica.
Medida de protección ambiental 20	Análisis de calidad del agua que sale del humedal artificial.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Etapa de Operación
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los análisis los deberá realizar un laboratorio certificado por la EMA, los parámetros deberán cumplir con la normatividad aplicable al uso que se le pretenda dar al agua que salga del humedal artificial.

Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Archivo fotográfico de toma de muestras y calendario de muestreo.
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Hoja de resultados del laboratorio con número de registro de la EMA.
Resultados esperados	Parámetros dentro los establecidos en la normatividad aplicable.

VIII.2. Seguimiento y control.

Para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente DTU-B para los impactos ambientales que pudieran producirse por durante las diferentes etapas del proyecto, se presenta el plan de Monitoreo y Control el cual tiene como objetivos principales los siguientes:

- 🌱 Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos ambientales identificados.
- 🌱 Vigilar el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos por la autoridad correspondiente respecto al presente estudio.
- 🌱 Vigilar el cumplimiento del PIMA y los diferentes subprogramas que lo integran.
- 🌱 Vigilar que no se produzcan impactos ambientales adicionales a los ya identificados en el presente estudio, y en su caso, aplicar medidas de mitigación y compensación para dichos impactos.

Para verificar que se cumplan con los objetivos propuestos se contará con personal de vigilancia ambiental en el predio durante las etapas de cambio de uso de suelo (preparación y construcción), que realizará recorridos en las áreas de aprovechamiento del proyecto, con el fin de que se eviten impactos adicionales a los ya previstos, así como para instruir al personal de obra en lo que respecta al adecuado manejo de los residuos y cumplimiento de la reglamentación de la reserva. De estas verificaciones se realizarán informes que se harán llegar a los responsables de la obra y de la operación y mantenimiento, según sea el caso.

Para el seguimiento del presente programa, se tendrán en consideración los indicadores del siguiente cuadro.

Tabla 122. Indicadores de impacto del programa de manejo ambiental

Factor	Indicador de impacto	Presencia	Ausencia
Suelo	Evidencia de manchas de aceite, grasas o alguna otra sustancia contaminante		
	Evidencia de residuos sólidos dispuestos directamente en el suelo.		

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD “B”-PARTICULAR
CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR LOTE 026-1

Factor	Indicador de impacto	Presencia	Ausencia
Hidrología	Evidencia de manchas de aceite, grasas o alguna otra sustancia contaminante en el mar o en la laguna.		
	Evidencia de escurrimientos en sanitarios portátiles		
	Evidencia de fugas en la tubería del drenaje sanitario.		
	Evidencia de fugas o rebosamiento en la micro-planta de tratamiento.		
	Resultados de análisis de agua con parámetros por arriba delo permitido por las normas oficiales mexicanas.NOM-001-SEMARNAT-1997, NOM-002-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997		
Atmósfera	Percepción de humo o partículas de polvo en las áreas de aprovechamiento.		
	Percepción de altos niveles de ruido por el uso de la maquinaria y equipo.		
Flora	Presencia de residuos sobre la vegetación		
	Percepción de desmonte de áreas no autorizadas		
	Presencia de especies introducidas		
Fauna	Presencia de fauna doméstica o feral		
	Evidencia de captura de fauna		
	Evidencia de caza de fauna		
Hábitat	Evidencia de apertura de brechas o caminos no autorizados.		
	Evidencia de ocupación de áreas de aprovechamiento no autorizadas		

CAPITULO IX.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

Anexo 1.- DOCUMENTOS LEGALES:

- 1) Escritura Pública No. 128,744 (ciento veintiocho mil setecientos cuarenta y cuatro), Libro 2,400 (dos mil cuatrocientos), con fecha 12 de noviembre de 2015, ante la fe del Lic. José Ángel Villalobos Magaña, titular de la notaría número nueve del Distrito Federal
- 2) Escritura Pública Número 37,859 (treinta y siete mil ochocientos cincuenta y nueve), del libro número 768 (setecientos sesenta y ocho), de fecha 14 de abril del año 2004, bajo la fe del Lic. Francisco Javier Mondragón Alarcón Titular de la Notaria Pública Número 73, de la Ciudad de México Distrito Federal
- 3) Escritura Pública Número 39,198 (treinta y nueve mil ciento noventa y ocho), del libro 822, de fecha 8 de julio de 2009, inscrita ante la fe del Lic. Luis Alberto Perera Becerra, en su carácter de notario público suplente del Lic. Francisco Javier Mondragón Alarcón Titular de la Notaria Pública Número 73, de la Ciudad de México Distrito Federal.

Anexo 2.- ESTUDIOS TÉCNICOS:

1. Programa de Rescate reubicación y reubicación de Flora y restauración de áreas utilizadas para obras provisionales.
2. Programa de Rescate de Fauna
3. Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.
4. Plan de acciones para la conservación de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
5. Plan de acciones para la conservación de tortugas marinas.
6. Ficha técnica de la microplanta de tratamiento y descripción de humedal artificial.
7. Estudios geo hidrológico, hidrológico y mecánica de suelos.
8. Hojas de campo.
9. Coordenadas en archivo electrónico en excell
10. Ficha técnica del generador atmosférico de agua.

Anexo 3.- PLANOS:

- Plano 1. Plano de conjunto y tercio medio.
- Plano 2. Plano obras techadas y sin techar.
- Plano 3. Plano de azoteas.
- Plano 4. Plano de cimentación
- Plano 5. Planta baja con cotas.
- Plano 6. Planta alta con cotas.
- Plano 7: Cortes.
- Plano 8: Superficies del predio de acuerdo a su clasificación
- Plano 9: Polígonos de CUSTF y polígonos que no requieren CUSTF
- Plano 10: Obras temporales
- Plano 11: Ubicación de la construcción respecto a la duna.
- Plano 12. Ubicación de la construcción en el Tercio medio.
- Plano 13. Usos de suelo y vegetación del predio.
- Plano 14. Áreas de conservación del predio.
- Plano 15. Reubicación de ejemplares
- Plano 16. Escenario 1
- Plano 17. Escenario 2

ANEXO MAPAS:

1. Curvas de nivel del predio.
2. Ubicación del predio en la subcuenca hidrológica RH33a.
3. Ubicación del predio el Programa De Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera De La
4. Reserva De La Biosfera De Sian Ka´an.
5. Ubicación del predio Subzona de aprovechamiento Especial Costera.

6. Tipo de Clima
7. Temperatura
8. Precipitación
9. Edafología.
10. Uso de suelo y Vegetación del sistema ambiental de acuerdo al INEGI Serie V.
11. Uso de suelo y vegetación de acuerdo a imagen de satélite y verificación.
12. Ortofoto del predio.
13. Ortofoto del sistema ambiental.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Calderón R, Bahena H., Calmé S., 2005. Guía de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an y zonas aledañas [Español-maya yucateco]. Colegio de la Frontera Sur. Chetumal Quintana Roo. México.
- Canter, Larry W., 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: Técnicas para la Elaboración de Estudios de Impacto, McGraw-Hill, Madrid. Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable, 2000. La sociedad Civil, El Sector Privado y El Estado ante la Evaluación del Impacto Ambiental, CESPEDES, Centro Mexicano de Derecho Ambiental AC, Unión de Grupos Ambientalistas IAP, México.
- Ceballos, G. y G. Oliva (Coords). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Agrupación Sierra Madre, S.C. México.
- Conesa Fernández.- Vitoria Vicente, 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.- Ediciones Mundi-Prensa.- Tercera Edición, Madrid.
- Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: A meta-analysis and value transfer application Luke M. Brander a,b,n, Alfred J. Wagtendonk b, Salman S. Hussain c,

Alistair McVittie c, Peter H. Verburg b, Rudolf S. de Groot d, Sander van der Ploeg d. *Ecosystem Services* 1 (2012) 62–69.

- Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: A Consensus of Current Knowledge Author(s): D. U. Hooper, F. S. Chapin, III, J. J. Ewel, A. Hector, P. Inchausti, S. Lavorel, J. H. Lawton, D. M. Lodge, M. Loreau, S. Naeem, B. Schmid, H. Setälä, A. J. Symstad, J. Vandermeer and D. A. Wardle Source: *Ecological Monographs*, Vol. 75, No. 1 (Feb., 2005), pp. 3-35
- Gómez Orea, Domingo, 1999. *Evaluación del Impacto Ambiental, Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental.*- Ediciones Mundi-prensa.- Ed. Agrícola Española, S.A. de C.V.
- Instituto Nacional de Ecología, 2000. *La Evaluación del Impacto Ambiental: Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000*, México, SEMARNAP, INE, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.
- By: Elsa E. Cleland (Section of Ecology, Behavior, and Evolution, University of California at San Diego) © 2011 Nature Education Citation: Cleland, E. E. (2011) Biodiversity and Ecosystem Stability. *Nature Education Knowledge* 3(10):14
- N.R.C. 2005. *Valuing Ecosystem Services, toward better environmental decision-makin.* National Research Council of the National Academies. Washington, D.C. EUA.
- Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an (2014), que también hace referencia al Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y a la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an (RBSK). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Primera edición: diciembre 2014
- Periódico Oficial del estado Libre y Soberano de Quintana Roo el 14 de mayo del año 2002. Programa De Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera De La Reserva De La Biosfera De Sian Ka'An, Publicado.
- Rzedowski, J. y L. Huerta M. 1986. *Vegetación de México.* Ed. Limusa. México.
- PÁGINAS DE INTERNET
- <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>
- www.bosstechnology.com.mx
- www.conanp.gob.mx